

MÉMOIRES COURONNÉS

ET

MÉMOIRES DES SAVANTS ÉTRANGERS,

PUBLIÉS PAR

L'ACADÉMIE ROYALE

DES SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

MÉMOIRES COURONNÉS

ET

MÉMOIRES DES SAVANTS ÉTRANGERS,

PUBLIÉS PAR

L'ACADÉMIE ROYALE

DES SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

TOME XXXIV. — 1867-1870.



BRUXELLES,

F. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE.

1870

TABLE

DES MÉMOIRES CONTENUS DANS LE TOME XXXIV.

CLASSE DES SCIENCES.

MÉMOIRES COURONNÉS.

MÉMOIRES DES SAVANTS ÉTRANGERS.

RECHERCHES

SUR LA

COMPOSITION ET LA SIGNIFICATION DE L'ŒUF,

BASÉES

SUR L'ÉTUDE DE SON MODE DE FORMATION ET DES PREMIERS PHÉNOMÈNES EMBRYONNAIRES,

(MAMMIFÈRES, OISEAUX, CRUSTACÉS, VERS);

PAR

ÉDOUARD VAN BENEDEN,

DOCTEUR EN SCIENCES NATURELLES.

« L'imagination se lasserait plutôt de concevoir que la nature de produire. »

PASCAL.

(Mémoire présenté le 1er août 1868 et couronné par l'Académie royale de Belgique dans la séance publique de la classe des sciences du 16 décembre 1868.)

INTRODUCTION.

L'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique a compris, dans son programme de concours pour 1868, la question suivante :

« *Faire connaître la composition anatomique de l'œuf dans diverses classes du règne animal, son mode de formation et la signification des diverses parties qui le constituent.*

» On sait que dans les rangs inférieurs l'œuf se forme souvent par le concours simultané de deux glandes séparées : le germigène et le vitellogène. — L'Académie demande que, par des recherches faites dans différentes classes, on constate l'identité de formation de l'œuf ou la diversité de composition. Un œuf formé par une double glande en quoi ressemble-t-il à un œuf de mammifère ou d'oiseau et en quoi en diffère-t-il? »

Par ces quelques lignes d'explications l'Académie précise clairement la question; son but principal est d'obtenir la solution de ce problème : Quelles analogies et quelles différences reconnaît-on, quant à son mode de formation, quant à sa constitution et quant à sa signification, entre un œuf formé par une double glande et un œuf de mammifère ou d'oiseau?

Voulant répondre à l'appel fait par l'Académie, nous croyons nécessaire

de dire d'abord comment nous avons compris cette question et comment nous l'avons traitée.

L'examen le plus superficiel montre clairement que le problème est complexe et que l'Académie demande la solution de trois questions distinctes :

1° Étudier le mode de formation de l'œuf dans différentes classes;

2° Faire connaître la constitution de l'œuf;

3° Apprécier la signification de l'œuf et des diverses parties qui entrent dans sa composition :

1° Dans ces dernières années la question de l'oogenèse a été l'objet de travaux d'une haute valeur scientifique; on en a fait l'étude dans diverses classes du règne animal; mais les conclusions ont été bien peu uniformes, et des différences fondamentales paraissent exister relativement au mode de formation de l'œuf.

Dans son magnifique travail sur l'ovaire des mammifères, M. Pflüger soutient que l'œuf se forme, chez les animaux les plus élevés de l'échelle animale, d'après un procédé identique à celui que M. Meissner a cru reconnaître chez les Nématodes. D'après le savant professeur de Bonn, chez les mammifères comme chez ces Helminthes, il se forme, au fond des tubes ovariens, des cellules, qu'il appelle cellules mères des œufs. Dès qu'elles sont arrivées à un certain degré de développement, ces cellules donnent naissance par bourgeonnement à toute une génération de nouvelles cellules, qui sont les véritables œufs. Ces cellules mères produisent ainsi des chaînes d'œufs, et les divers chaînons se détachent les uns des autres, quand il s'agit de la formation des follicules de de Graaf.

Mais ce n'est pas ainsi que se forme généralement l'œuf des animaux. S'il faut en croire von Baer, Bischoff, Leuckart, de Quatrefages, Milne Edwards et bien d'autres physiologistes éminents, la vésicule germinative serait la première partie formée de l'œuf, et le vitellus ne viendrait que plus tard se déposer autour de lui.

Et si nous demandons à Claparède, à Munck, à Schneider comment se forment les œufs chez les Nématodes, ils nous répondent que, près de l'extrémité aveugle du tube ovarien, des noyaux cellulaires sont tenus en suspension dans une masse transparente qui, d'abord commune à un grand nombre de noyaux, se divise autour d'eux pour former autant de cellules distinctes, qui n'auront qu'à grandir et à se charger d'éléments vitellins pour devenir des œufs.

Il y a donc bien peu d'accord entre ces diverses opinions, et nous n'avons pas énuméré toutes celles qu'on a produites.

Le procédé d'oogenèse des Trématodes, des Cestoïdes et des Turbellariés est-il analogue ou identique à celui que suit la nature chez les autres animaux? Dès 1836 von Siebold reconnut, chez les Trématodes, une division remarquable du travail physiologique qui préside au développement de l'œuf. Une glande spéciale est chargée de la formation des vésicules germinatives; une autre, de la production du vitellus. M. P.-J. Van Beneden, d'un côté, O. Schmidt et Max Schultze, de l'autre, ont montré que la division du travail réalisée chez les Trématodes n'est pas un fait isolé dans la nature et que les Turbellariés Rhabdocèles, aussi bien que les Cestoïdes, sont pourvus comme les Trématodes d'un vitellogène et d'un germigène.

Voilà bien des différences dans l'oogenèse des animaux! Ces différences existent-elles en réalité et la nature a-t-elle mis si peu d'uniformité dans ses procédés, quand il s'est agi de former un produit devant jouer partout le même rôle et remplir toujours la même fonction? Ou bien, ces différences existent-elles seulement dans l'esprit de ceux qui ont interprété les procédés qu'elle emploie? Quand l'œuf se forme par le concours simultané de deux glandes, y a-t-il dans son mode de formation des différences fondamentales avec l'oogenèse des animaux supérieurs? Tel est, pensons-nous, le problème dont l'Académie désire la solution, quand elle demande que l'on fasse connaître *le mode de formation de l'œuf* dans diverses classes du règne animal.

2° Si l'on compare l'œuf du mammifère avec l'œuf de l'oiseau, celui d'un Crustacé avec celui d'un Trématode, on observe dans leur constitution des différences très-grandes. L'œuf de l'oiseau a été bien des fois considéré comme l'analogue de la capsule de de Graaf des mammifères, et au premier abord on ne trouve que peu d'analogie entre l'œuf d'un Trématode ou d'un Cestoïde et celui des autres animaux.

M. Schwann proclama le premier que l'œuf est une cellule; et néanmoins nous le voyons lui-même reconnaître dans le jaune de l'œuf de l'oiseau des cellules distinctes; il ne peut être méconnu que le vitellus de l'œuf de beaucoup d'animaux inférieurs se constitue de cellules parfaitement caractérisées. Le vitellus de l'œuf de l'oiseau a-t-il son analogue dans le vitellus de l'œuf des mammifères? Auquel de ces deux types se rattachent les œufs des animaux inférieurs? Quelles analogies et quelles différences constate-t-on entre l'œuf des Trématodes et celui des animaux supérieurs? C'est la solution de ces questions que réclame l'Académie quand elle demande de faire connaître la *composition de l'œuf* dans diverses classes du règne animal.

3° Que faut-il entendre par ces mots : *Apprécier la signification de l'œuf et des diverses parties qui le constituent?*

Nous croyons que ce mot *signification* est susceptible d'une double interprétation : on peut déterminer la signification *comparative* des œufs et des éléments dont ils se constituent, ce qui doit ressortir de l'étude des analogies et des différences que les œufs présentent entre eux. Le degré d'importance des diverses parties est directement en rapport avec le degré de constance que présentent leur mode de formation, leur constitution et le rôle qu'elles jouent, pendant que s'accomplissent les premiers phénomènes embryonnaires.

Mais on peut aussi déterminer la signification de l'œuf et des diverses parties qui le constituent, relativement à la cellule, c'est-à-dire, relativement à l'élément constitutif des tissus organisés. Dans un livre qui restera un des

plus beaux monuments élevés à la science et qui seul aurait suffi pour immortaliser le nom de son auteur, M. Schwann fit connaître la composition cellulaire de tous les tissus, et en même temps il déclara que l'œuf est une cellule, la première cellule de l'embryon. — M. Schwann se basait sur la constitution de l'œuf, et, en proclamant son principe, il avait spécialement en vue l'œuf des mammifères. Mais il reconnaissait lui-même que le jaune de l'œuf de l'oiseau est formé de cellules, et il est incontestable qu'il en est de même pour le vitellus d'un certain nombre d'animaux inférieurs. Quel rapport existe-t-il, dans ce cas, entre l'œuf et la cellule? Nous croyons que l'Académie désire la solution de cette question et que, quand elle a demandé d'apprécier la signification de l'œuf et des diverses parties qui le constituent, elle a eu en vue, non-seulement la *signification comparative des œufs*, mais aussi *leur signification relativement à l'élément constitutif des tissus.*

Nous avons divisé notre travail en trois parties. Dans la première nous avons exposé les faits; nous avons étudié, dans chacun des groupes dont nous nous sommes occupé :

1° La composition de l'ovaire et sa structure;

2° Le mode de formation de l'œuf;

3° Sa constitution;

4° Les premiers phénomènes embryonnaires qui s'accomplissent dans l'œuf fécondé, jusqu'au moment de la formation du blastoderme.

La connaissance de la composition de l'ovaire et de sa structure est évidemment indispensable pour l'étude du mode de formation de l'œuf. De même, il nous a semblé nécessaire, pour pouvoir résoudre le problème de la signification de l'œuf, de savoir comment s'accomplissent les premiers phénomènes embryonnaires et comment la première couche cellulaire de l'embryon dérive de l'œuf. Cette question exige la connaissance des relations

qui unissent l'œuf à l'embryon, aussi bien que celle des rapports qui existent entre lui et l'ovaire où il a pris naissance. L'étude des premiers phénomènes embryonnaires doit précéder celle de la signification de l'œuf, aussi bien que la connaissance de la structure de l'ovaire doit servir de base et de point de départ à toute recherche sur le mode de formation des germes.

Dans la première partie de ce mémoire, nous avons étudié ces quatre questions dans chacun des groupes dont nous nous sommes occupé, sans chercher à rapprocher les uns des autres les résultats de nos recherches; nous avons exposé les faits d'observation. Dans la seconde partie, nous avons fait l'étude comparative du mode de formation de l'œuf, de sa composition et des premiers phénomènes qui s'y accomplissent après la fécondation. Nous avons recherché quelles sont les analogies et les différences résultant de cette étude, qui nous a conduit tout naturellement à la solution du problème de la signification comparative des œufs et des différentes parties qui les constituent.

Ces faits, exposés indépendamment les uns des autres dans la première partie de notre travail, étudiés comparativement dans la seconde, ont servi de base à la solution de la question que nous avons traitée dans la troisième partie : Déterminer la signification de l'œuf relativement à la cellule.

L'Académie a demandé l'étude de la question dans diverses classes du règne animal, tout en manifestant le désir de voir les animaux où une double glande concourt à la formation de l'œuf (vers), les mammifères et les oiseaux, servir spécialement d'objet à cette étude.

Nous avons fait nos recherches :

1° Dans la classe des vers.

L'organisation de l'appareil femelle est loin d'être uniforme dans cette classe. Il est formé d'une double glande chez les Trématodes, les Cestoïdes et beaucoup de Turbellariés Rhabdocèles. Les Planaires et les Némertes

s'éloignent considérablement des Rhabdocèles sous ce rapport, et les Nématodes ont un appareil femelle organisé sur un tout autre type. De cette diversité de composition de l'appareil sexuel, dans une seule et même classe, résulte la nécessité d'exposer successivement les résultats de notre étude :

A. Chez les Trématodes { 1° *Endoparasites.* 2° *Ectoparasites.*

B. Chez les Cestoïdes.

C. Chez les Turbellariés { 1° *Rhabdocèles.* 2° *Dendrocèles.* 3° *Némertiens.*

D. Chez les Nématodes.

2° Dans la classe des Crustacés. Chez eux aussi la constitution de l'appareil femelle, le mode de formation de l'œuf et les premiers phénomènes embryonnaires varient considérablement; nous avons étudié les quatre questions précédemment indiquées :

a) chez les *Rotateurs.*
b) chez les *Lernéens.*
c) chez les *Copépodes libres.*
d) chez les *Isopodes.*
e) chez les *Amphipodes.*
f) chez les *Décapodes.*

3° Chez les mammifères.

4° Chez les oiseaux.

Nous aurions voulu étendre plus loin nos recherches et baser nos conclusions sur l'étude d'un nombre plus considérable de types; mais nous croyons avoir satisfait au désir exprimé par l'Académie, en faisant cette étude, aussi complétement que nous l'avons pu, dans ces quatre classes. Au reste, en choisissant les types extrêmes, auxquels les autres classes se rattachent

facilement, nous avons, croyons-nous, des bases suffisantes pour établir des conclusions générales.

Nous soumettons donc avec confiance notre travail au jugement de l'Académie, persuadé que la savante assemblée saura tenir compte de l'étendue de la question et du peu de temps qui nous a été laissé pour y répondre.

RECHERCHES

SUR LA

COMPOSITION ET LA SIGNIFICATION DE L'ŒUF,

BASÉES

SUR L'ÉTUDE DE SON MODE DE FORMATION ET DES PREMIERS PHÉNOMÈNES EMBRYONNAIRES.

PREMIÈRE PARTIE.

EXPOSITION DES FAITS.

VERS.

I. — TRÉMATODES.

HISTORIQUE.

I. — FORMATION ET CONSTITUTION DE L'OEUF.

Dès 1835 on a commencé à s'occuper sérieusement de l'organisation des vers et spécialement des Trématodes. Mehlis, Laurer, von Baër, von Nordmann, enfin Burmeister, avaient fait à cette époque, et à des intervalles peu éloignés, des travaux sur l'anatomie de ces animaux. Mais aucun de ces naturalistes n'avait reconnu la vraie constitution de l'appareil sexuel : les vitellogènes étaient considérés comme ovaires, les vitelloductes comme utérus, et la portion terminale de ces canaux excréteurs comme ovisacs. Tous ces auteurs admettaient l'existence de trois testicules, confondant le germigène avec les glandes sexuelles mâles.

L'année même où Burmeister [1] publia sa description du *Distomum globiporum*, M. von Siebold [2] fit paraître dans les archives de J. Müller un article où il déclara, pour la première fois, que l'appareil sexuel femelle des Trématodes est formé de deux glandes distinctes : un vitellogène et un germigène. Les organes que Burmeister a considérés comme ovaires sont des glandes servant à la sécrétion du vitellus, et les petites masses granuleuses qu'elles fournissent ne sont pas des œufs, mais de petites masses vitellines. L'un des organes, que Burmeister considérait comme testicules, donne naissance aux vésicules germinatives et constitue le germigène (Keimstok). L'œuf se forme par la réunion d'un certain nombre de petites masses vitellines autour d'une vésicule germinative. Il est important de faire remarquer que von Siebold considérait bien à cette époque le *germigène comme produisant les vésicules germinatives, et le vitellogène, comme fournissant un produit tout à fait analogue au vitellus des autres animaux*. En 1836 cette opinion a été très-nettement exprimée dans son travail en réponse aux recherches de Burmeister, et, très-peu de temps après, il l'a formulée tout aussi clairement dans l'article sur le développement des Entozoaires, qu'il publia dans la physiologie de Burdach [3].

Quand, en 1848, il publia son anatomie comparée, von Siebold exposa le résultat de ses dernières recherches sur l'anatomie et l'embryogénie des Trématodes, et voici ce qu'il dit au sujet de la nature des produits des glandes sexuelles : « Der Keimstok ist mit einfachen runden Zellen, den eigentlichen Eikeimen dicht angefüllt. In diesen entspricht der Kern dem Keimbläschen und das Kernkörperchen dem Keimflecke [4]. » — En note il ajoute : « Chez les Polystomes, Octobothrium, Diplozoon, etc., le germigène renferme des germes tellement considérables qu'on est tenté de les considérer comme des œufs entièrement développés. Entre la membrane cellulaire et le noyau (vésicule germinative) existe une couche très-manifeste d'une substance albuminoïde qui doit représenter le vitellus. » Mais ces germes

[1] Burmeister, *Distomum globiporum Rud. Ausführlich beschrieben.* WIEGMANN'S ARCHIV., 1835; Bd. III.

[2] Von Siebold, *Helminthologische Beiträge.* MULLER'S ARCHIV., 1836.

[3] Burdach, *Traité de physiologie.* Trad. franc. Paris, 1838; t. III, p. 57.

[4] *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere,* von C.-Th. von Siebold, Berlin, 1848; p. 142.

s'entourent toujours dans l'ootype du produit des glandes vitellogènes; ultérieurement une membrane se forme autour de cet ensemble, et alors seulement l'œuf est formé. Mais que devient le produit du vitellogène, quelle est la signification de cette glande, si la substance albuminoïde transparente, qui entoure la vésicule germinative, au moment de sa sortie du germigène, représente le vitellus? M. von Siebold n'a pas entamé la discussion de cette question; il n'a pas cherché à l'élucider en déterminant les analogies entre l'œuf de ces vers et l'œuf des autres animaux. Et l'on comprend que M. von Siebold ait hésité à s'occuper franchement de l'étude de cette question : il paraît clair, en effet, que si la vésicule germinative, au sortir du germigène, est entourée du vitellus, le prétendu germigène représente véritablement l'ovaire des autres animaux, et le vitellogène n'est plus alors qu'une glande accessoire comparable aux glandes albuminipares des oiseaux. En arrivant à ces conclusions, M. von Siebold aurait battu en brèche ce qu'il avait édifié quelques années auparavant, et l'idée de la division du travail, pour l'élaboration de l'œuf, qu'il avait le premier conçue et lancée dans la science, devait évidemment disparaître. L'illustre helminthologiste a préféré ne pas toucher à cette question et il a continué à considérer le vitellogène comme sécrétant réellement le vitellus, tout en déclarant que la vésicule germinative est le noyau d'une cellule fournie par le germigène, cellule dont le contenu devrait représenter le vitellus. De là une contradiction apparente dans les faits et une confusion très-réelle dans les termes.

En 1851 parut la dissertation inaugurale de M. Thaër [1] sur l'organisation d'un des Trématodes les plus remarquables que l'on connaisse : le *Polystomum appendiculatum*. L'auteur de ce travail continue à attribuer au germigène la fonction que lui avait attribuée M. von Siebold, celle d'élaborer les vésicules germinatives; mais il a reconnu, lui aussi, que les vésicules germinatives sont entourées, au moment de sortir de la glande, où elles ont pris naissance, d'un liquide albuminoïde entièrement transparent. Il n'a pas cherché à déterminer la valeur de cette substance et il continue à considérer

[1] Albertus Thaër, *De Polystomo appendiculato. Dissertatio inauguralis*. Berolini, 1851; p. 22.

le vitellogène comme servant à la sécrétion du vitellus : « *quod producunt vitellaria verus est ovi vitellus.* »

Peu de temps après, en 1854, le Dr H. Aubert[1] publia un travail, bien remarquable à tous points de vue, sur l'anatomie et l'embryogénie de l'*Aspidogaster Conchicola*, le parasite bien connu des Anodontes. L'auteur a fait une étude approfondie de l'appareil sexuel et du mode de formation de l'œuf. Après avoir reconnu que le germigène donne naissance, non pas seulement à des vésicules germinatives, comme le nom de la glande le ferait supposer, mais à de véritables cellules, *dont le noyau représente la vésicule germinative*, il propose de substituer le nom d'ovaire à celui de germigène, et il déclare que les produits de cette glande sont de véritables œufs.

Mais si les produits de cette glande sont des œufs, ils doivent être formés, comme tout œuf, d'un vitellus, d'une vésicule germinative et d'un nucléole. L'auteur interprète ainsi les choses et va même jusqu'à reconnaître à la cellule-œuf une membrane qui est, pour lui, la membrane vitelline.

Mais que devient alors le vitellogène ? Quelle est la nature du produit qu'il fournit à l'œuf ? C'est là une question très-embarrassante, et l'auteur la résout d'une manière peu heureuse, en continuant à donner le nom de vitellus au produit de cette glande, quand, d'un autre côté, il appelle vitellus la couche de substance albuminoïde qui entoure immédiatement la vésicule germinative. C'est introduire dans les faits une confusion regrettable que de désigner sous un même nom des choses aussi différentes.

M. P.-J. Van Beneden, dans son mémoire sur les vers intestinaux, considère le germigène comme fournissant les vésicules germinatives, le vitellogène comme donnant naissance au vitellus proprement dit.

Cependant, il a vu chez la plupart des Trématodes ectoparasites ou monogenèses, les vésicules fournies par le germigène emboîter deux et même quelquefois trois autres vésicules; il dit, en parlant de ces produits chez les Udonelles, « qu'on les prendrait pour des œufs complets, à cause de leur composition[2]. »

Plus loin, en parlant des Épibdelles, voici comment il s'exprime : « Dans

[1] *Zeitschrift für wiss. Zoologie*, von C.-Th. von Siebold und Kölliker. Bd. III, 1854.

[2] P.-J. Van Beneden, *Mémoire sur les vers intestinaux*. Paris, 1858; p. 15.

chaque œuf du germisac on trouve deux vésicules emboîtées l'une dans l'autre et dont celle du milieu est un peu moins claire. Ces vésicules sont enveloppées d'un liquide limpide, autour duquel on aperçoit une troisième membrane qui sert d'enveloppe. Voilà tout un œuf sans le vitellus. Si l'on ne savait que celui-ci vient du dehors, on dirait certainement que le liquide qui enveloppe les vésicules germinatives correspond au vitellus [1]. »

Mais cette idée que le germigène fournit la vésicule germinative seule, que le vitellus est produit par une glande spéciale, était trop profondément enracinée dans les esprits pour qu'on doutât de son exactitude, alors même qu'on voyait les vésicules germinatives sortir du germigène, entourées d'un liquide qui, évidemment, ne pouvait être qu'un vitellus.

Les idées n'ont guère changé depuis, et c'est à peine si l'on s'est posé la question de savoir si le vitellogène mérite réellement ce nom, s'il sécrète bien véritablement le vitellus.

M. Leuckart [2] a commencé la publication d'un grand ouvrage, où tout ce qui est aujourd'hui acquis relativement à l'organisation des vers se trouve savamment exposé. Voici comment M. Leuckart considère l'appareil reproducteur femelle des Trématodes : Le germigène, qui est véritablement l'ovaire, produit de belles cellules transparentes, renfermant chacune un noyau à nucléole. Ces cellules ne sont pas l'œuf tout entier, mais une partie seulement de celui-ci, on peut dire la partie principale. « Es ist gewissermassen das primitive Ei, das in den Keimstöcken entsteht und in dem Anfangstheil der Scheide, ähnlich wie das Vogelei von dem Eiweisse, so zunächst von dem Secrete der sog. Dotterstöcke umgeben wird, bis dann schliesslich im Umkreis der gesammten Masse eine feste bräunliche Schale sich ablagert. » Reichert a exprimé peu de temps auparavant les mêmes idées et a proposé de substituer au nom de vitellogène (Dotterstok), proposé par von Siebold, celui de *glandes albuminipares* (Eiweissdrüsen).

M. Leuckart préfère ne pas changer le nom, parce que, dit-il, le produit de ces glandes ne présente pas les caractères de l'albumine des oiseaux; le

[1] P.-J. Van Beneden, *Mémoire sur les vers intestinaux*. Paris, 1858; p. 32.

[2] Rud. Leuckart, *Die menschlichen Parasiten*. Leipzig und Heidelberg, 1862; vol. I, pp. 480 et 481.

nom de glandes albuminipares ne convenant guère mieux que celui de vitellogènes, il est utile de conserver celui-ci, qui a l'avantage de la priorité. Mais c'est pour Leuckart une simple question de mots : il est d'accord avec Reichert pour reconnaître dans le germigène l'analogue de l'ovaire des autres animaux, et pour considérer le vitellogène comme une glande accessoire, jouant un rôle semblable à celui que remplissent chez les oiseaux, les glandes chargées de la sécrétion de l'albumine.

Des recherches nombreuses ont donc été faites sur le mode de formation de l'œuf chez les Trématodes, et en général *elles s'accordent quant aux faits :*

1° Le germigène donne naissance à des cellules germinatives de nature albuminoïde, renfermant un noyau (vésicule germinative) à nucléole (corpuscule de Wagner). Aucune recherche n'a été faite relativement au mode de formation de ces cellules;

2° Le vitellogène, au contraire, produit des cellules vitellines; quelques-unes viennent entourer une cellule fournie par le germigène, de façon à former avec elle un amas cellulaire qui s'entoure d'une coque, et dès lors l'œuf est formé.

Mais quelle est la signification des diverses parties constituant cet œuf si complexe? Sur ce point les opinions ne concordent plus : MM. von Siebold, Van Beneden, Thaër, etc., considèrent le produit du vitellogène comme représentant véritablement le vitellus de l'œuf des autres animaux, et ils n'ont pas cherché à déterminer la valeur comparative de la couche de substance albuminoïde qui entoure immédiatement la vésicule germinative. M. Aubert a considéré cette couche comme représentant véritablement le vitellus, et désigne encore sous le même nom le produit du vitellogène. Évidemment, il n'a pas fait avancer la question. Enfin, MM. Reichert et Leuckart, plus logiques dans leur interprétation, voient dans la couche albuminoïde qui entoure la vésicule germinative l'analogue du vitellus de l'œuf des autres animaux, et le produit du vitellogène représente à leur avis l'albumine de l'œuf des oiseaux.

II. — DÉVELOPPEMENT.

Les premiers phénomènes embryonnaires des Trématodes n'ont été connus que bien superficiellement par les illustres naturalistes qui ont, pour ainsi



dire, jeté les bases de l'helminthologie. A l'époque où ils ont fait leurs mémorables travaux, les questions essentielles et fondamentales à élucider concernaient l'organisation de ces animaux et leur mode de reproduction; l'étude des formes successives de l'embryon et celle des migrations des vers occupaient presque exclusivement les esprits; et l'on s'inquiétait assez peu de la question de savoir quelle est la signification de l'œuf, en quoi il ressemble à celui des animaux supérieurs, et comment se forment les premières cellules de l'embryon.

Voici ce que dit M. von Siebold au sujet des premiers phénomènes embryonnaires chez le *Monostomum verrucosum* : « Bientôt des vésicules transparentes apparaissent autour de la vésicule germinative, qui dès lors devient plus difficile à reconnaître et disparaît bientôt complétement. Les vésicules transparentes s'accolent les unes aux autres; leur nombre s'accroît; elles finissent par absorber entièrement le vitellus et par constituer un embryon cilié [1]. »

Et plus tard, dans son anatomie comparée : « Après la disparition de la vésicule germinative il se forme à l'intérieur de la substance vitelline granuleuse, et, sans que celle-ci subisse aucun étranglement, quelques cellules embryonnaires. Celles-ci se multiplient et, en se divisant, diminuent de volume [2]. »

En parlant du développement des Udonelles, voici comment s'exprime M. Van Beneden dans son mémoire sur les vers intestinaux : « Le premier phénomène que l'on observe après la fécondation est la disparition de la vésicule germinative. Dans la plupart des œufs on n'en distingue plus de trace après la ponte. Les globules vitellins s'organisent ensuite, sans que l'on aperçoive aucune trace de fractionnement; le contenu a perdu sa clarté, et la surface semble transformée subitement en une couche blastodermique [3]. » Les mêmes idées sont exprimées plus loin au sujet du développement des Trématodes digenèses [4].

[1] *Développement des Entozoaires dans Burdach's Physiologie*, 2e Bd., 2e Aufl., S. 207.

[2] *Anat. comp.*, trad. franç., t. I, p. 157.

[3] *Mémoire sur les vers intestinaux*, p. 16.

[4] *Ibid.*, p. 75.



MM. Aubert [1] et Pagenstecher [2] n'ont rien publié de plus précis. Voici comment s'exprime le professeur d'Heidelberg en rendant compte de ses observations sur les premiers phénomènes embryonnaires chez le *Distoma cygnoïde* : « *Nun verschwindet das Keimbläschen unter der totalen Zellenbildung in der Masse, während die nicht bei dieser verbrauchten Körnchen noch an den Polen oder einzelnen anderen Stellen liegen bleiben. Zuletzt gestaltet sich der Haufen der Embryonalzellen zu einem deutlich contourirten, mit Wimpern besetzten Embryo....* »

En 1843 Kölliker émit, sur le mode d'apparition des premières cellules embryonnaires, des idées plus précises. D'après lui, il apparaît dans la masse du vitellus, après la disparition de la vésicule germinative, une première cellule embryonnaire, qui se produit par formation libre. Dans celle-ci se forment, par voie endogène, deux ou plusieurs cellules-filles, qui se reproduisent de la même manière. Leur progéniture finit par manger complétement le vitellus qui est remplacé petit à petit par la masse cellulaire de l'embryon [3].

En 1857 G. Wagener [4] envoya, en réponse à une question posée par la Société des sciences de Haarlem, un mémoire sur le développement des vers intestinaux. Quand il traite la question de la formation de l'embryon des Trématodes, il émet l'opinion que la vésicule germinative ne disparaît pas, *mais qu'elle se divise en deux parties qui deviennent chacune une cellule embryonnaire*. Une opinion analogue a été admise par M. Leuckart [5]. Il a vu, chez le *Distomum lanceolatum*, la vésicule germinative persister, et, dans son intérieur, apparaître un certain nombre de cellules embryonnaires dont les noyaux ne sont autre chose que des parties du corpuscule de Wagner. Comme nous l'avons dit, pour M. Leuckart *la vésicule germinative* de l'œuf des Trématodes est *le noyau de la cellule* fournie par le germigène, cette

[1] Aubert, *Ueber Aspidogaster..... Zeitschrift für wiss. Zool.* 1854, Bd. III.

[2] Pagenstecher, *Trematodenlarven und Trematoden.* Heidelberg, 1857, p. 46.

[3] *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte wirbelloser Thiere* von Dr A. Kölliker. Muller's Archiv., 1843, p. 99.

[4] *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Eingeweidewürmer* von Dr G. Wagener. *Eine von der Holländischen Societät der Wissenschaften zu Haarlem*, I, J. 1855; *gekrönte Preisschrift*, p. 28.

[5] *Die menschlichen Parasiten.* Bd. I, 2de lief., p. 486.

cellule elle-même représentant tout l'œuf. M. Leuckart admet donc que *les premières cellules de l'embryon dérivent d'un noyau de cellule,* et que les noyaux des premières cellules embryonnaires ne sont que des parties d'un nucléole. Ces résultats sont peu conformes à la théorie cellulaire; je crois qu'on n'a jamais observé un seul fait qui permette de croire que des cellules peuvent provenir de la division du noyau d'une cellule préexistante. D'après M. Leuckart, les premières cellules embryonnaires, formées à l'intérieur de la vésicule germinative, et encore entourées d'une membrane commune, deviennent libres après que la membrane de la vésicule germinative a été résorbée. Ces cellules grandissent et se multiplient, finissent par remplir complétement l'œuf, se recouvrent d'une robe ciliée et constituent alors l'embryon.

Nous passons à l'exposé de nos propres recherches.

I. — TRÉMATODES DIGENÈSES.

—

1° *Amphistoma subclavatum.*

Cet animal, un des Trématodes les plus anciennement connus, habite le gros intestin de la grenouille verte. Depuis longtemps on connaît son organisation, et l'appareil reproducteur femelle, en particulier, a été étudié avec beaucoup de soin, du moins en ce qui regarde la forme et la disposition des organes. Leur structure, au contraire, a peu attiré l'attention, et c'est précisément cette partie de leur histoire qui nous intéresse au plus haut degré.

Germigène. — Le germigène, de forme sphéroïdale, apparaît sur la ligne médiane, à la partie postérieure du corps, entre les extrémités aveugles des deux cœcums du tube digestif. Il se trouve placé à côté du testicule également unique, qui se distingue du germigène par des dimensions un peu plus considérables.

Si, après avoir isolé le germigène en disséquant l'animal, on l'examine au microscope, on trouve qu'il est circonscrit par une membrane anhyste et une couche de tissu conjonctif, qui se différencie complétement du parenchyme, dans lequel la glande se trouve en suspension.

Cette couche s'épaissit progressivement dans le voisinage de ce point de la surface de la glande, d'où part son canal excréteur; elle atteint son épaisseur maximum autour de l'entrée du germiducte. Cette couche enveloppante se constitue d'un tissu fibrillaire, renfermant des cellules en fuseau, à noyau allongé, et à contours assez foncés; au point où la couche s'épaissit, il s'y développe des espaces plus ou moins considérables, extrêmement clairs, et l'on reconnaît, si on les examine avec beaucoup d'attention, qu'ils sont remplis de cellules d'une extrême délicatesse (pl. I, fig. 1, *a*).

Venons-en à la glande elle-même : Il m'a été impossible de reconnaître à la face interne de la membrane anhyste, qui forme en quelque sorte la charpente de la glande, rien qui rappelât un épithéléon proprement dit; la tunique propre n'est pas tapissée intérieurement par une couche de cellules serrées les unes contre les autres, présentant toutes les mêmes dimensions et les mêmes caractères; si on la déchire, le contenu de la glande s'écoule. Dans cette cavité, circonscrite par une membrane anhyste et une couche de tissu conjonctif, se forment des cellules qui doivent devenir les germes des œufs. C'est là qu'elles prennent naissance et qu'elles acquièrent les caractères qu'elles présentent, quand le vitellus vient plus tard se déposer autour d'elles.

Le fond de la glande est occupé par des cellules, fondues entre elles de façon à former un protoplasme commun; elles sont distinctes seulement par leur noyau (pl. I, fig. 1, *b*). Ce sont des cellules protoplasmatiques sans membrane, dont il est impossible de fixer les limites; ces limites, en effet, n'existent pas : le protoplasme, commun à toutes ces cellules, forme une masse finement granuleuse, dans laquelle un grand nombre de noyaux se trouvent en suspension. On y voit des noyaux à deux nucléoles, d'autres, en voie de multiplication par division (pl. I, fig. 8 *a*).

Près de l'entrée du germiducte, on trouve de grandes et belles cellules (pl. I, fig. 1 *c*), où les diverses parties sont nettement reconnaissables : autour du noyau, on voit une couche protoplasmatique nettement délimitée. Quand les noyaux que nous avons reconnus au fond de la glande ont atteint un certain volume, le protoplasme se dépose autour d'eux en une couche plus dense, qui, par là, se différencie nettement des parties voisines, et ainsi les cellules,

primitivement confondues en une masse granuleuse commune, à noyaux distincts, s'isolent et s'individualisent.

Dans le voisinage du point, où s'abouche le canal excréteur de la glande, toutes les cellules ont atteint leur volume définitif et présentent les mêmes dimensions (pl. I, fig. 1 *c*). Elles constituent alors de grandes cellules dont le diamètre moyen est de $0{,}027^{mm}$. Ces cellules ne présentent pas de membrane proprement dite; sous l'influence de la moindre compression, elles affectent des formes très-variées, pour redevenir à peu près sphéroïdales, aussitôt que la pression qu'on exerçait sur elles vient à disparaître. Si on les presse fortement, on les voit s'étendre de plus en plus, mais jamais la rupture brusque d'une membrane ne se manifeste par l'épanchement d'un contenu. D'un autre côté, quoiqu'elles soient très-nettement limitées, on ne peut pas distinguer un double contour autour de ces cellules; elles sont de petites masses protoplasmatiques, dont le corps présente peut-être une densité croissante du centre vers la périphérie; mais jamais elles ne sont limitées au dehors par une membrane distincte. Elles renferment un noyau qui mesure un diamètre de $0{,}014^{mm}$; il est limité par un contour très-net, et, étant finement granuleux, il est un peu plus opaque que le corps de la cellule. Le noyau renferme un nucléole très-réfringent, dont la forme est assez peu régulière; il mesure environ le tiers ou le quart du diamètre du noyau, et toujours il présente à son centre une tache pâle dont les dimensions varient légèrement (pl. I, fig. 1 et 8).

Le germiducte est un canal étroit dont le diamètre, en certains points du moins, est plus faible que celui des cellules germinatives elles-mêmes. Celles-ci sont obligées de se déformer pour le traverser; quelquefois elles doivent s'allonger considérablement et il serait complétement impossible que deux cellules passassent de front dans ce canal.

Quant à la cause qui fait sortir les cellules de la glande où elles ont pris naissance, et qui les fait progresser dans le germiducte, on la reconnaît, il est presque inutile de le dire, dans la pression que peuvent exercer sur la glande et sur son canal excréteur les fibres musculaires qui garnissent les parois du corps de l'animal; peut-être d'autres fibres sont-elles éparpillées dans le parenchyme du corps. Un peu en deçà du point, où le germiducte

s'abouche dans le commencement de l'oviducte, se trouve un anneau de cils vibratiles sur la fonction desquels je n'ai pu me former une conviction.

Vitellogène. — Le vitellogène est une glande composée d'un grand nombre de petites vésicules arrondies, dont la dimension est un peu moindre que celle du germigène (pl. I, fig. 2, *pg*). Chacune d'elles est pourvue d'un canal excréteur assez court, et tous ceux-ci s'abouchent dans un canal excréteur commun, le vitelloducte (fig. 2, *pd*). Toutes ces vésicules sont disposées, relativement au vitelloducte, comme les folioles d'une feuille composée par rapport au rachis.

Le vitellogène s'étend aux deux côtés de l'animal, tout autour des deux cœcums du tube digestif et le long de la grande ventouse que l'on pourrait considérer comme le pied de l'animal. Arrivé dans le voisinage du germigène, le vitelloducte s'élargit considérablement pour former une sorte de réservoir où s'accumule le vitellus (fig. 2, *ps*). De là part un canal qui s'ouvre à côté du conduit excréteur du germigène, dans la partie inférieure de l'oviducte, où les œufs prennent naissance.

La structure de toutes les petites vésicules, qui par leur réunion constituent le vitellogène, est toujours identique; il suffit d'en décrire une.

Ces vésicules sont formées d'une membrane sans structure, à double contour, tapissée à sa face interne par une couche de cellules épithéléales. Celles-ci, finement granuleuses, renferment un noyau transparent dans lequel se trouve toujours un nucléole unique très-réfringent (pl. I, fig. 4 et 5). Ces cellules se multiplient par division; nous en avons vu qui montraient aussi manifestement que possible la division de leur noyau (fig. 4, *a*). La partie centrale des vésicules est occupée par des cellules épithéléales modifiées, où se sont développés les éléments vitellins. Ceux-ci se forment d'abord tout autour du noyau (fig. 5, *a*) et finissent par remplir plus ou moins complétement les cellules en cachant le nucléus, dont on ne peut plus alors déceler la présence qu'en traitant les cellules par l'eau ou par une solution très-faible d'acide acétique.

Ces cellules présentent une membrane à double contour; et l'on peut démontrer son existence en comprimant les cellules, qui crèvent, dans ces cir-

constances, en laissant échapper leur contenu (pl. I, fig. 6). On reconnaît alors qu'elles renferment un liquide transparent, probablement albuminoïde, soluble dans l'eau, et des granules vitellins, à côté de petites vésicules de graisse. Il n'est pas rare de voir le noyau de la cellule s'échapper en même temps que le liquide. Ses caractères n'ont guère changé, il est resté parfaitement transparent et renferme toujours un nucléole réfringent.

Nous venons de dire que les cellules vitellines renferment, à côté de granules vitellins, de petites gouttelettes de graisse. Dans la plupart d'entre elles le nombre de ces vésicules est très-peu considérable, et leurs dimensions sont extrêmement faibles; mais on en trouve qui sont presque entièrement remplies de gouttelettes de graisse, dont quelques-unes atteignent un volume assez considérable. Dans le vitelloducte aussi bien que dans cette partie dilatée que présente ce canal dans le voisinage du germigène et que l'on peut considérer comme vitellosac, ces cellules présentent encore tous les caractères qu'elles affectaient dans les capsules glandulaires. Elles sont circonscrites par une membrane bien évidente, et renferment, les unes, un liquide transparent tenant en suspension un grand nombre de granules vitellins; les autres, de petites gouttelettes graisseuses. Enfin, elles possèdent encore leur noyau, qui a conservé tous ses caractères.

Le conduit qui part du vitellosac va s'ouvrir à côté du germiducte dans l'extrémité de l'oviducte qui présente des parois très-contractiles; on reconnaît facilement au microscope qu'il s'y produit des mouvements comparables à des mouvements péristaltiques, qui ont probablement ici un double but : celui de façonner les œufs en réunissant les éléments divers qui entrent dans leur composition, et celui de les faire progresser dans l'oviducte.

Quand une *cellule germinative* est lancée dans l'oviducte, on voit un certain nombre de cellules vitellines y pénétrer à sa suite et se disposer autour d'elle de façon à former une sorte d'ellipsoïde, dont l'un des pôles est occupé par la cellule germinative; l'œuf se forme ainsi par la réunion de cellules provenant de deux sources distinctes (pl. I, fig. 3, *o*). Aussitôt que ces cellules se sont disposées de façon à former, par leur réunion, un ovale plus ou moins régulier, il se dépose autour de cet amas cellulaire une membrane, probablement sécrétée par les grandes cellules, qui tapissent intérieurement l'oviducte.

D'abord mince, incolore et très-peu résistante, cette membrane s'épaissit de plus en plus; sa couleur se fonce davantage; elle acquiert une belle couleur jaune-orangé et sa consistance, d'abord molle, devient de plus en plus ferme. On remarque qu'en un point, situé à l'un des pôles de l'œuf, la matière sécrétée se dépose en quantité plus considérable, de façon à former une saillie tantôt triangulaire, tantôt plus ou moins arrondie; mais au centre de cette saillie se trouve un orifice extrêmement étroit autour duquel la partie épaissie de la coque forme un véritable bourrelet. Cet organe qui, comme nous allons le voir, est un *véritable micropyle*, se trouve toujours au pôle de l'œuf opposé à celui qu'occupe la cellule germinative.

Les spermatozoïdes se meuvent en grand nombre dans l'oviducte, à une certaine distance de cette région où se forment les œufs. Je les ai vus, à plusieurs reprises, réunis en grand nombre autour de ce pôle de l'œuf qui porte le micropyle, tandis que jamais je n'ai vu ce phénomène se produire au pôle opposé. Un véritable cône de spermatozoïdes se trouvait ainsi extérieurement appliqué sur l'œuf (pl. I, fig. 11), et il me semble qu'il est impossible de méconnaître, quand on a vu plusieurs fois ce phénomène se produire sous ses yeux, dans l'épaississement de la coque qui présente au centre un orifice, *un appareil micropylaire*, et dans les manœuvres des spermatozoïdes, le but évident de féconder l'œuf.

Je dois ajouter, cependant, que jamais je n'ai vu de spermatozoïdes pénétrer dans l'œuf par cet orifice; mais la délicatesse extrême des filaments spermatiques et les dimensions considérables de l'œuf sont des raisons qui permettent de croire que des spermatozoïdes ont pu pénétrer dans l'œuf, pendant que je l'avais sous les yeux, sans que j'aie pu parvenir à les apercevoir.

L'œuf des amphistomes se constitue donc :

1° D'une cellule protoplasmatique à noyau (vésicule germinative) et à nucléole (corpuscule de Wagner) fournie par le germigène;

2° D'un certain nombre de cellules vitellines, qui renfermaient encore leur noyau au moment où elles sont venues entourer la cellule germinative;

3° D'une membrane unique, produite par sécrétion et qui présente un véritable micropyle.

Cet œuf n'est donc pas une cellule, mais bien un amas de cellules dont l'une, cellule germinative, est fournie par le germigène; les autres sont des cellules vitellines.

Quelle est la signification des diverses parties qui entrent dans la composition de cet œuf? Je traiterai cette question dans la seconde partie de mon travail, après avoir exposé les résultats de mes observations sur le mode de formation de l'œuf et sa constitution dans différents groupes du règne animal.

Développement des Amphistomes. — Quand la coque s'est entièrement consolidée, l'œuf a déjà notablement progressé dans l'oviducte; il a traversé la région peu étendue où se meuvent les spermatozoïdes; les cellules vitellines ont successivement perdu leur forme arrondie et leur contour d'abord si net; il arrive un moment où, après la résorption complète de leur membrane, le contenu de ces cellules se fond en une masse commune qui remplit toute la capacité de l'œuf. Cette masse est formée par un liquide assez visqueux et transparent, tenant en suspension des corpuscules vitellins et des gouttelettes de graisse, et il n'est plus possible de distinguer à ce moment les noyaux des cellules vitellines. Jusqu'ici la cellule germinative était restée au pôle de l'œuf opposé à celui qui présente le micropyle, et elle n'était en contact avec le vitellus que par une partie de sa surface. Quand les cellules vitellines se sont fondues en une masse commune, on voit la cellule germinative s'écarter de la position qu'elle a d'abord occupée, et peu à peu se plonger tout entière dans le liquide vitellin. En même temps que s'opère ce mouvement de translation, elle subit une contraction d'où résulte une diminution du volume de la cellule.

Quand elle est arrivée à une certaine distance du pôle, on voit cette cellule prendre une forme allongée; puis, un sillon apparaître autour de sa petite section, progresser de plus en plus vers le centre et enfin diviser la cellule en deux parties, l'une plus grande, l'autre plus petite. Je ferai remarquer ici que ces modifications successives de la cellule germinative sont tout à fait identiques aux premiers phénomènes embryonnaires qui se produisent dans les œufs, où l'on a observé le fractionnement total du vitellus.

Chez eux aussi, il se produit d'abord une contraction de la masse totale de l'œuf; puis un sillon se forme autour de la masse vitelline; enfin la cellule-œuf se divise en deux portions *de volume inégal.*

On le voit, nos observations ne concordent aucunement avec celles de M. G. Wagener, qui a vu *la vésicule germinative* se diviser pour donner naissance à deux cellules-filles. Nous ne pouvons accepter davantage celles de M. Leuckart, qui a cru voir la multiplication, *par voie endogène,* de cette *vésicule germinative;* pour M. G. Wagener comme pour M. R. Leuckart, la vésicule germinative *est le noyau de la cellule fournie par le germigène,* et il en résulte que l'un et l'autre font dériver les premières *cellules embryonnaires du noyau de la cellule-œuf.* Nous avons vu, au contraire, la cellule tout entière se diviser pour donner naissance aux deux premières cellules embryonnaires.

J'ai fait voir plus haut comment la cellule germinative se divise; mais je n'ai pas fait mention dans cet exposé de ce que devient le noyau de cette cellule; c'est qu'en réalité les œufs des Amphistomes, à cause de leur dimension considérable, ne se prêtent guère à cette recherche; il n'est plus possible de reconnaître avec certitude le noyau de la cellule germinative, quand le vitellus l'entoure de toutes parts; mais dans les œufs du *Distoma cygnoïdes,* qui, à raison même de leur petitesse, sont extrêmement favorables pour l'étude du développement, la division du noyau et même celle du nucléole précèdent la division de la *cellule germinative.*

Il est tout rationnel d'admettre que chez les Amphistomes le même phénomène se produit; ce qui rend chez eux l'observation directe impossible, c'est que la cellule germinative est entourée de toutes parts d'un vitellus granuleux.

Nous avons suivi l'œuf jusqu'au moment où la cellule germinative s'est divisée en deux parties inégales. De la même manière que la cellule primitive s'est divisée en deux portions par la formation d'un sillon qui s'avance de plus en plus vers le centre de la cellule, de même la plus grande des deux cellules-filles va maintenant se diviser. Après s'être préalablement accrue, elle s'allonge en affectant une forme ovale; un sillon apparaît autour de sa petite section et bientôt on reconnaîtra dans l'œuf trois cellules em-

bryonnaires. Pendant ce temps la plus petite des deux cellules-filles de première génération s'est agrandie aux dépens du liquide nutritif qui la baigne; bientôt elle se divisera à son tour.

Déjà la masse vitelline a changé d'aspect : il s'est formé dans son sein des vésicules considérables, englobant d'autres vésicules plus petites et des granules vitellins. Ces vésicules, qu'on peut toujours aisément distinguer des cellules embryonnaires, s'agrandissent pendant toute la suite du développement, et il arrive un moment, où toute la masse vitelline s'est divisée en petites fractions distinctes les unes des autres. Il est presque inutile de faire remarquer que ce phénomène n'a rien de commun avec le fractionnement observé chez les autres animaux, mais qu'on doit le rapprocher du phénomène du *fendillement* que l'on observe dans le vitellus des crustacés et de beaucoup d'autres animaux quand, après la formation du blastoderme, les éléments nutritifs se sont complétement séparés du protoplasma de l'œuf.

Les quatre cellules embryonnaires se multiplient à leur tour par division, après s'être agrandies aux dépens du vitellus, qui leur sert de nourriture. En se multipliant ainsi successivement, ces cellules diminuent de volume, mais la masse totale des cellules augmente, parce que la matière dont se constituait primitivement la cellule germinative s'est accrue de tout ce que les cellules ont enlevé au vitellus pour se l'assimiler.

Bientôt arrive le moment où la masse cellulaire dont se constitue l'embryon se trouve placée d'un côté de l'œuf, le reste du vitellus étant refoulé à l'autre côté. Dès lors l'embryon n'est plus en contact avec la matière vitelline que par une partie de sa surface. Par une multiplication ultérieure des cellules qui le constituent, le volume de l'embryon augmente et la quantité de matières nutritives va constamment en diminuant. Bientôt l'embryon remplira presque à lui seul toute la capacité de l'œuf et toute la masse du vitellus aura été absorbée.

L'embryon se trouve alors constitué de toutes cellules semblables, présentant des dimensions très-appréciables et montrant très-distinctement, si l'on comprime l'embryon, leur noyau et leur nucléole. L'embryon est entouré d'une membrane ciliée. Je n'ai pu observer comment se forme cette membrane, et, du reste, cette question ne rentre en aucune façon dans le

cadre de ce travail. Il me semble qu'il n'est guère possible d'en expliquer l'apparition, à moins d'admettre qu'elle résulte d'une sécrétion des cellules de l'embryon. Toujours est-il qu'elle est en tous points comparable à cette membrane, qui se forme autour de la première couche cellulaire de l'embryon des crustacés; elle émane des cellules du blastoderme et nous l'avons désignée sous le nom de cuticule blastodermique. Il me semble intéressant de faire remarquer que la membrane ciliée des Trématodes se forme bien avant que l'embryon ait atteint son volume normal, et que, quand il est complétement développé, cette membrane est devenue entièrement indépendante de la masse cellulaire dont il se constitue : il peut exécuter des mouvements à l'intérieur de sa robe, et j'ai été témoin plus d'une fois de ce phénomène intéressant.

2° *Distomes.*

De tous les groupes dont se constitue l'ordre des Trématodes, celui des Distomes est certainement le plus riche en espèces. Les formes sont extrêmement variées; et, ce que nous disons des formes, nous pouvons le dire des organes; mais, au milieu de cette variété si grande en apparence, se trouve une uniformité d'organisation et de développement remarquables, ce qui fait de ce groupe des Distomes une division parfaitement naturelle. Dans l'étude de ce genre j'ai choisi pour type le *Distoma cygnoïdes,* que l'on trouve en abondance dans la vessie urinaire de la grenouille verte.

Appareil femelle et formation de l'œuf. — Le germigène constitue, chez cette espèce, une glande assez volumineuse, située un peu plus bas que la grande ventouse ventrale; elle est ordinairement plus ou moins lobulée, et chez les Distomes, comme chez les Amphistomes, j'ai pu distinguer une membrane anhyste, mais rien qui rappelât un épithéléon. Le germigène est une cavité remplie par les cellules germinatives, qui présentent des dimensions plus ou moins considérables, toujours en rapport avec l'âge de ces cellules. *Le fond de la glande est encore occupé par un protoplasme à noyaux;* mais, tandis que chez les Amphistomes les toutes jeunes cellules étaient seules capables de se multiplier par division (pl. II, fig. 18 *a*), nous

voyons ici les germes se diviser encore après qu'ils ont atteint leur volume normal, à un moment où ils pourraient tout aussi bien s'entourer de vitellus pour former des œufs que rester dans la glande où ils ont pris naissance pour servir à la multiplication. Quelques-unes de ces cellules renferment deux noyaux; nous en avons vu d'autres présenter un noyau unique en voie de multiplication, mais pourvu déjà de deux nucléoles; d'autres, enfin, étaient sur le point de se séparer en deux parties distinctes, par un sillon allant de la périphérie vers le centre de la cellule.

Les caractères des cellules germinatives des Distomes sont tout à fait les mêmes que ceux que nous avons signalés pour ces cellules chez les Amphistomes: elles sont dépourvues de membrane cellulaire, quoique limitées par un contour très-net; leur noyau, un peu plus sombre que le corps de la cellule, mesure environ la moitié du diamètre de celle-ci. Le noyau englobe un nucléole unique extrêmement réfringent.

Le vitellogène se prête assez peu à l'étude dans cette espèce; nous avons pu reconnaître cependant que sa structure est la même que celle de tous les Trématodes: cette glande est formée d'une membrane anhyste tapissée d'une couche épithéléale; les cellules se détachent de la paroi quand elles ont atteint un certain degré de développement; il s'y forme alors des éléments vitellins absolument comme nous l'avons décrit chez les Amphistomes; bientôt la cellule ne renferme plus, entre le noyau et la membrane cellulaire, qu'un liquide transparent tenant en suspension des granules vitellins et de petites vésicules de graisse.

Nous avons dit plus haut que chez les Amphistomes les cellules vitellines pénètrent dans l'oviducte et vont se disposer autour de la cellule germinative pour former avec elle un œuf complet; c'est plus tard seulement que les membranes de ces cellules et leurs noyaux sont résorbés et qu'elles se fondent en une masse commune. Une fois qu'elles ont élaboré les éléments dont l'embryon futur doit se nourrir, ces cellules ont joué leur rôle; elles peuvent disparaître en tant que cellules. Chez les Amphistomes cette désorganisation s'opère dans l'œuf; il est évident qu'elle aurait pu se produire avant que la matière nutritive allât entourer la cellule germinative, puisque les cellules vitellines ne jouent, *en tant que cellules*, aucun rôle dans l'œuf des

Amphistomes. Chez le *Distoma cygnoïdes* et beaucoup d'autres Trématodes cette désorganisation des cellules se fait à l'intérieur même des glandes où elles ont pris naissance, et les produits sécrétés à l'intérieur de ces cellules deviennent libres avant d'être excrétés. On ne trouve alors, dans le vitelloducte, que des granules vitellins et de petites gouttelettes graisseuses en suspension dans un liquide albuminoïde.

Les conduits excréteurs du germigène et du vitellogène s'abouchent l'un et l'autre dans l'extrémité de l'oviducte; aussitôt qu'une cellule germinative a pénétré dans l'ootype, une certaine quantité de matière vitelline vient se porter autour d'elle ou plutôt se dispose à l'un de ses côtés. Sous l'influence des contractions péristaltiques qui se produisent dans l'oviducte, en deçà et au delà du point où se trouvent amassés les éléments de l'œuf en voie de formation, ceux-ci affectent une forme ovoïde; bientôt les cellules glandulaires qui tapissent les parois du tube auront sécrété autour du jeune œuf une coque, d'abord peu épaisse et extrêmement peu résistante, mais qui en peu de temps acquiert ses caractères définitifs.

La quantité de matières nutritives contenues dans un œuf est toujours très-minime; c'est tout au plus si elles remplissent la moitié de la capacité de l'œuf. Ce qui est remarquable et extrêmement avantageux pour l'étude du développement, c'est que la matière vitelline n'entoure pas de tous côtés la cellule germinative; elle est accumulée à l'un des pôles de l'œuf, tandis que le pôle opposé est occupé par la cellule germinative, qui, de cette manière, se trouve immédiatement sous la coque (pl. II, fig. 19 et suiv.).

Développement du Distoma cygnoïdes. — C'est grâce à cette particularité que j'ai pu observer avec une grande précision la série des phénomènes qui précèdent la formation de l'embryon.

Le premier phénomène qui se produit dans l'œuf fécondé consiste dans la division du nucléole, qui, comme on le verra plus loin, représente la tache de Wagner; *le noyau de la cellule germinative* doit être considéré comme l'analogue de la vésicule germinative des autres animaux (pl. II, fig. 21). Les deux nucléoles résultant de cette division sont d'abord accolés; bientôt ils s'écartent l'un de l'autre, et la division du noyau, déterminée par un sillon

qui procède de la périphérie vers le centre, suit celle du nucléole. Chacun des deux demi-noyaux présente la forme d'une demi-sphère; ils sont accolés par leur face plane (pl. II, fig. 22), et avant qu'ils commencent à s'écarter l'un de l'autre, un sillon a déjà paru à la surface de la cellule; bientôt la cellule germinative aura donné naissance à deux cellules-filles, qui présentent d'abord la forme et la disposition qu'affectaient les jeunes noyaux immédiatement après leur division (pl. II, fig. 23). Les deux jeunes cellules sont accolées l'une à l'autre par une large surface. Cette forme et cette disposition des divers éléments de la cellule, peu de temps après leur division, sont d'une grande importance, parce qu'elles démontrent que la multiplication de cette cellule se fait, non point par voie endogène, mais bien par division. Ces faits auraient une importance plus décisive, si j'avais vu la division se produire sous mes yeux; mais le développement de ces œufs n'ayant jamais continué sur le porte-objet du microscope, j'ai dû me borner à l'étude, aussi précise que possible et répétée sur un grand nombre d'individus, de tous les œufs situés dans la partie terminale de l'oviducte. Après l'examen minutieux de ces œufs, il était possible de tirer des conclusions certaines, et il n'est pas rare d'avoir à la fois sous les yeux un nombre d'œufs suffisant pour que l'on puisse d'un seul coup d'œil embrasser toutes les phases des premières modifications embryonnaires. La multiplication par division de la cellule germinative, commençant par celle de son nucléole et de son noyau, qui représentent le corpuscule de Wagner et la vésicule de Purkinje, ne peut être révoquée en doute; les deux premières cellules embryonnaires résultent de la division de la cellule-œuf et ne se forment pas, comme l'ont cru M. G. Wagner et M. Leuckart, par voie endogène à l'intérieur de la vésicule germinative. Je n'ai jamais vu aucune trace de membrane commune autour des deux cellules-filles.

L'une des deux cellules-filles se conduit bientôt absolument comme celle qui leur a donné naissance; elle se divise à son tour et sa multiplication commence par la division du nucléole. Aussitôt que cette première cellule s'est multipliée, l'autre va donner lieu au même phénomène, et ainsi aux dépens des deux premières cellules embryonnaires il s'en forme quatre.

La matière nutritive reste généralement condensée à l'un des pôles de

l'œuf et donne lieu à un phénomène tout à fait analogue à celui que j'ai observé chez un grand nombre de crustacés et que j'ai désigné sous le nom de fendillement (pl. II, fig. 23 et 24). La matière nutritive se divise en un certain nombre de petites masses irrégulières. Quelquefois, cependant, le vitellus, au lieu d'occuper l'un seulement des pôles de l'œuf, est divisé en deux portions, et dans ce cas, la cellule germinative ou ses dérivés se trouvent entre les deux amas nutritifs, mais sans être complétement recouverts néanmoins par la substance vitelline.

Les quatre cellules embryonnaires continuent à se multiplier et se nourrissent aux dépens des éléments vitellins; la masse cellulaire augmente donc, en même temps que le nombre des cellules, tandis que leur dimension diminue. Elles finissent par remplir une grande partie de la capacité de l'œuf, et, à un moment donné, on voit une membrane commune se former tout autour de l'embryon, qui se constitue de l'ensemble des cellules formées successivement aux dépens de la cellule germinative primitive. Cette membrane, toute couverte de cils vibratiles, se forme bien avant que la substance nutritive ait été entièrement absorbée, et les cils vibratiles qui la recouvrent se meuvent dans le reste de la substance nutritive entièrement liquéfiée qui baigne l'embryon.

Pendant que l'embryon se développe, tous les diamètres de l'œuf s'accroissent simultanément et quand il a atteint son entier développement, l'œuf présente des dimensions à peu près doubles de celles qu'il possédait au début de son évolution.

J'ai pu observer des phénomènes tout à fait semblables à ceux que je viens d'exposer, sur les œufs d'un distome nouveau, que j'ai trouvé dans l'intestin grêle du *Mugil capito*. Ce Distome est extrêmement remarquable sous bien des rapports, et le fait de son viviparisme excite particulièrement l'intérêt. Le volume des œufs change considérablement au fur et à mesure que l'embryon se développe. Il est très-facile d'ouvrir les œufs par une légère compression exercée sur la lame à recouvrir, et l'on voit alors l'embryon, couvert de cils vibratiles très-allongés, se mouvoir librement dans l'eau. En étudiant l'embryon de cette espèce, j'ai pu assister à ce phénomène curieux, que je signalais également en faisant la description des

embryons des Amphistomes : l'embryon proprement dit est complétement indépendant de la membrane ciliée dont il est recouvert comme d'un manteau, et il n'est pas rare de le voir se mouvoir à l'intérieur de cette robe vivante. Après avoir perdu son enveloppe ciliée, l'embryon va devenir le Sporocyste, et j'ai vu plusieurs fois à l'intérieur de l'embryon cilié un certain nombre de grandes cellules, qui sont très-probablement les germes des Cercaires qui vont naître du futur Sporocyste.

II. — TRÉMATODES MONOGENÈSES.

—

1° Genre POLYSTOMA.

Ce genre remarquable ne renferme qu'une seule espèce : c'est le *Polystoma integerrimum*, qui habite la vessie urinaire de la grenouille rousse (*Rana temporaria*) ; cette espèce est aussi abondante que le *Distoma cygnoïdes* dans le même organe chez la grenouille verte. D'autres espèces ont été anciennement placées à côté du Polystome de la grenouille dans un seul et même genre : c'est le cas, par exemple, pour le *Polystoma appendiculatum* (Kuhn) qui habite les branchies de plusieurs espèces de squales. Mais aujourd'hui on en a fait, avec beaucoup de raison, un genre tout à fait distinct sous le nom d'*Onchocotyle*. Toute l'organisation du Polystome s'éloigne de celle de l'Onchocotyle; l'appareil femelle présente, dans ces deux genres, des caractères complétement différents, et l'œuf du Polystome ne ressemble aucunement à celui de l'Onchocotyle.

Il est étonnant que l'œuf de cette espèce, si commune dans la grenouille rousse, soit encore entièrement inconnu, alors que bien des naturalistes éminents, tels que Rudolphi, Bremser, von Baër, Van Beneden, Blanchard et Pagenstecher, se sont occupés de l'étude de cet animal.

M. P.-J. Van Beneden [1] reconnait n'avoir jamais trouvé d'œufs mûrs dans

[1] *Recherches sur les Bdellodes ou Hirudinées et les Trématodes marins*, par P.-J. Van Beneden et Hesse, Mémoires de l'Académie royale de Belgique, 1863.



cette espèce, et il ajoute : « nous ne voyons, du reste, qu'un seul auteur qui en fasse mention, et encore ces œufs sont-ils d'avant la ponte et non entièrement formés. » L'auteur auquel il est fait allusion dans ce passage est M. Pagenstecher [1]. Mais les dimensions qu'il donne de la vésicule germinative et divers autres faits qu'il avance relativement à la constitution de l'œuf, prouvent à l'évidence que M. Pagenstecher n'a pas vu le corps reproducteur de ce Trématode; il a confondu avec l'œuf les cellules fournies par le germigène (cellules germinatives) [2].

Appareil sexuel femelle. — Le germigène a une forme ellipsoïdale et se fait remarquer tout d'abord par sa transparence, qui contraste avec l'opacité de tout le reste du corps. Il est situé un peu au-dessous du bulbe pharyngien et occupe presque toute l'épaisseur en même temps que la plus grande partie de la largeur du corps.

Le fond de la glande est occupé par les éléments cellulaires les plus jeunes, et c'est dans cette partie seulement de l'organe que les germes se multiplient. Les noyaux, toujours très-distincts et complétement transparents, tiennent en suspension un nucléole assez considérable, où l'on distingue constamment une tache pâle; ils sont maintenus en suspension dans une masse protoplasmatique commune, finement granuleuse. Le protoplasme ne se condense autour des noyaux et les cellules ne s'individualisent que quand les nucléus ont atteint un certain volume et qu'ils ne doivent plus servir à la multiplication. Mais aussi longtemps qu'ils se trouvent en suspension dans la masse protoplasmatique commune, ces noyaux se multiplient, et on voit la division du nucléole toujours précéder celle du noyau.

[1] *Trematodenlarven und Trematoden*, Heidelberg, 1857, page 48.

[2] La vésicule germinative mesurait, d'après lui, 0,02 à $0,025^{mm}$ et l'œuf $0,033^{mm}$. L'œuf serait donc à peine plus grand que la vésicule germinative. Nous avons figuré l'un à côté de l'autre (pl. II, fig. 7), une vésicule germinative et un œuf vus au même grossissement. On peut juger par là de l'inexactitude des données du savant professeur d'Heidelberg. — M. Pagenstecher ajoute : « *Bei ihrer Farblosigkeit sind sie bei der dicken schmutzig weissichen Körpermasse und dem dunkelen Darminhalt schwer zu beobachten.* » — Cette phrase démontre que l'auteur a pris les cellules germinatives pour l'œuf tout entier. L'œuf des Polystomes, très-volumineux et pourvu d'une coque chitineuse, est aussi facile à trouver que celui de n'importe quel Trématode.

Peu à peu le protoplasme se délimite en une couche distincte autour des noyaux, et cette délimitation semble résulter de la formation de fissures s'avançant progressivement de la périphérie vers le centre de la glande. On s'explique très-bien par là comment il se fait que les jeunes cellules germinatives se montrent, à un moment donné, insérées autour d'une masse protoplasmatique centrale, que l'on peut comparer, sous tous les rapports, au rachis autour duquel sont insérés les œufs dans un grand nombre de Nématodes. Si l'on fait une coupe du germigène perpendiculairement à sa longueur, vers le milieu de la glande, on voit que les cellules en remplissent toute la cavité et qu'elles y affectent une forme et une disposition toutes particulières : elles ont chacune une forme pyramidale, et toutes ces pyramides sont disposées de telle manière que leur axe est dirigé perpendiculairement au grand axe de la glande; elles tournent leur base vers la surface du germigène, leur sommet vers l'axe central, et il en résulte que les cellules d'une même section affectent une disposition rayonnée. On reconnaît évidemment ici le principe d'économie de la nature. Une certaine quantité de place serait perdue si la différenciation se produisait ici comme chez d'autres animaux, où le germigène affecte une forme toute différente; si la division du protoplasme résultait d'une condensation, se produisant à la fois sur tout le pourtour des noyaux, il en résulterait, pour chacune des cellules, une forme sphéroïdale, et, à cause des dimensions considérables des cellules germinatives, il y aurait nécessairement une grande perte de place. Pour économiser celle-ci, il y avait deux moyens : donner à chaque cellule une forme polygonale, ou bien, à la fois une forme pyramidale ou conique et une disposition rayonnée. Les deux moyens ont été réalisés : le premier chez la plupart des Trématodes et des Crustacés; chez les Polystomes comme chez les Nématodes la nature a appliqué le second, en introduisant ainsi de la variété dans ses moyens.

Dans le voisinage du point d'où part le conduit excréteur de la glande, les cellules germinatives, complétement séparées les unes des autres, présentent une forme parfaitement arrondie et des dimensions uniformes, toujours très-considérables (de 0,02 à 0,025^{mm}). Elles constituent de magnifiques cellules protoplasmatiques dépourvues de membrane. Le protoplasme est finement granuleux et par là assez foncé. Le noyau mesure environ les deux cin-

quièmes du diamètre de la cellule; il est complétement transparent et possède un grand nucléole qui atteint jusqu'à 0,003 de diamètre. On trouve presque toujours au centre de celui-ci une tache claire dont nous avons également signalé l'existence dans les œufs des Amphistomes.

Le diamètre du germiducte est plus petit que celui des cellules germinatives; de là, la nécessité pour ces cellules de s'allonger pour traverser ce canal. Le germiducte est court et s'ouvre dans l'extrémité postérieure de l'oviducte où se forment les œufs.

Vitellogène. — Cet organe, extrêmement développé chez les Polystomes comme chez tous les Trématodes supérieurs, envahit presque tout le corps de l'animal, depuis le bulbe pharyngien jusqu'aux ventouses postérieures. Il se constitue d'un grand nombre de cœcums ramifiés, s'ouvrant dans deux larges canaux que l'on peut considérer comme vitelloductes. Cet appareil cache en grande partie les ramifications du tube digestif.

La structure du vitellogène est la même que celle de tous les autres Trématodes; le vitellus se forme dans des cellules glandulaires qui grandissent et s'obscurcissent progressivement, à mesure que les granulations vitellines et les gouttelettes de graisse s'y développent. Leur noyau transparent, à nucléole réfringent, ne s'accroît pas en même temps que la cellule; il conserve à peu près le même diamètre dans tout le cours de l'évolution de la cellule.

OEuf. — Les œufs sont extrêmement volumineux. Je n'ai jamais trouvé plus de douze à quinze œufs à la fois dans le corps de l'animal : ils sont évacués peu de temps après leur formation.

C'est dans la partie postérieure de l'oviducte qu'un certain nombre de cellules vitellines viennent se disposer autour d'une cellule germinative et qu'une coque se forme autour de cet amas cellulaire. L'œuf a une forme ovale, et sa membrane ne présente aucun prolongement filiforme, comme on en observe dans la plupart des Trématodes supérieurs. On trouve cependant à l'un de ses pôles un petit épaississement de la coque qui représente morphologiquement les prolongements filiformes de l'œuf des Trématodes monogenèses.

La cellule germinative occupe primitivement un des pôles de l'œuf, mais la désorganisation des cellules vitellines s'opère peu de temps après la formation de la coque, et alors la cellule germinative s'écarte du pôle où elle se trouvait d'abord; peu à peu elle se plonge dans la substance nutritive. On reconnait encore très-bien à ce moment dans l'ovule (*cellule germinative*) le noyau clair (*vésicule germinative*) qui a conservé toute sa transparence, et les contours de la *cellule germinative* n'ont rien perdu de leur netteté.

Il est bien étonnant que cet œuf, si volumineux et par là si facilement reconnaissable des Polystomes, n'ait pas été trouvé par les divers helminthologistes qui se sont occupés de l'étude de cet animal. Peut-être cela tient-il à ce que la ponte n'a pas lieu chez ces animaux pendant toute l'année; c'est au cœur de l'hiver (en décembre 1867), à une époque où l'on se procure difficilement des grenouilles, que j'ai fait ces recherches sur les Polystomes. Il est probable que ces animaux n'ont pas souvent été étudiés à cette époque de l'année.

2° Genre UDONELLA.

La plupart, sinon tous les Trématodes, vivent en parasites; les uns habitent les cavités internes, les autres se fixent sur la surface du corps d'animaux appartenant aux classes supérieures, spécialement à celle des poissons. Un fait de parasitisme des plus remarquables, c'est celui que présentent les Udonelles, qui vivent en parasites, non sur des poissons, mais sur des Lernéens, qui eux-mêmes vivent en parasites sur d'autres animaux. Les Udonelles sont des parasites vivant sur des parasites.

Ces animaux, qui doivent être rangés dans le groupe des Trématodes supérieurs ou monogenèses, se prêtent d'une manière toute particulière à l'étude microscopique : leur petitesse et leur transparence rendent possibles, sans dissection préalable, les recherches anatomiques que l'on veut faire sur eux, et cette circonstance qu'ils attachent leurs œufs sur le corps même des Caliges ou des Anchorelles sur lesquels ils ont élu domicile, rend très-facile l'étude de leur développement : on peut souvent se procurer sur un seul Calige des embryons à tous les degrés de développement.

L'appareil sexuel femelle, le seul dont il soit nécessaire de dire un mot ici, se constitue d'un germigène de forme arrondie; situé au-devant du testicule, il atteint à peine le quart du volume de la glande sexuelle mâle. Le germigène est rempli de grandes et belles cellules protoplasmatiques, à noyau clair et transparent pourvu d'un nucléole volumineux. Ce nucléole réfracte fortement la lumière et présente, comme chez les autres Trématodes, une tache claire. La cellule mesure environ 0,027^{mm}; le noyau atteint à peine 0,01^{mm} et le nucléole, très-considérable relativement au noyau, n'a pas moins de 0,0075^{mm}.

Le vitellogène se constitue d'un certain nombre de cœcums qui déversent leur produit dans deux canaux distincts; ceux-ci se portent en convergeant vers l'entrée de l'oviducte, en même temps que le conduit excréteur du germigène. Les vitellogènes, dont la structure n'offre rien de particulier, donnent naissance à des cellules de 0,013^{mm} de diamètre, dont le noyau transparent est relativement fort petit (0,05^{mm}). Elles sont circonscrites par une membrane et s'avancent, ainsi constituées, jusque dans l'oviducte, où elles vont se disposer autour d'une cellule germinative. L'œuf, toujours volumineux, s'entoure d'une coque épaisse, présentant à l'un de ses pôles un filament très-allongé qui se termine par une petite expansion en forme d'entonnoir destinée à permettre à l'œuf de s'attacher solidement au corps du Calige.

Quand l'œuf est nouvellement formé, on distingue encore souvent dans les cellules vitellines qui constituent la plus grande partie de sa masse, le noyau transparent dont nous avons signalé l'existence; la désorganisation de ces cellules a lieu plus tard. Il est à remarquer que dès le début la cellule germinative est entourée de toutes parts de la substance nutritive qui doit la nourrir, elle et ses descendants.

Développement des Udonelles. — L'œuf nouvellement formé se constitue, tant qu'il reste dans l'oviducte, d'une cellule germinative autour de laquelle se trouvent rangées un grand nombre de cellules vitellines. Autour de cet amas cellulaire s'est déposée une coque pourvue d'un long filament. Après la ponte, les œufs s'attachent sur le corps du Crustacé qu'habitent les Udo-

nelles, et dans tous ces œufs, même dans les plus jeunes, la cellule germinative se montre entourée d'une masse vitelline commune, où il n'est plus possible de distinguer de cellules distinctes. La désorganisation des cellules vitellines est donc le premier phénomène qui se produise dans l'œuf fécondé. A ce moment les contours de la cellule germinative sont devenus moins distincts; elle ne se détache plus aussi nettement au milieu de la masse qui l'entoure, ce qui peut fort bien s'expliquer en admettant que le liquide qui la baigne présente à peu près la même densité qu'elle; mais comme elle ne tient pas en suspension de globules opaques, on peut encore parfaitement la reconnaitre et même saisir obscurément ses limites.

Le noyau qu'elle renferme et qui représente la vésicule germinative n'a plus des contours nettement reconnaissables; mais il apparaît encore comme une tache plus pâle.

J'ai vu sur le porte-objet du microscope un de ces œufs continuer son développement pendant quelque temps : deux taches apparaître dans la cellule et immédiatement après celle-ci se diviser (pl. III, fig. 8). Peu de temps après la division de la cellule, il ne m'a plus été possible de distinguer leur noyau; mais je ne crois pas qu'on puisse en conclure que ces noyaux disparaissent. Dans le *Distoma cygnoïdes*, où évidemment l'œuf est constitué de la même manière, ces noyaux ne disparaissent pas, mais se divisent absolument comme le noyau de la cellule primitive, et je crois qu'on doit admettre que chez les Udonelles la disparition de ces noyaux n'est qu'apparente; la couche de substance nutritive granuleuse qui entoure ces cellules rend l'observation moins facile chez les Udonelles que chez le Distome, et peut-être une modification physique ou chimique dans la substance protoplasmatique des cellules embryonnaires vient-elle encore augmenter la difficulté de l'observation.

L'œuf qui m'a montré bien manifestement la division de la cellule germinative ne s'est pas développé davantage. Les Udonelles, comme les Caliges qui les hébergent, sont habitués à vivre dans une eau extrêmement aérée, et, malgré tous nos efforts, nous n'avons pas réussi à les tenir assez longtemps en vie pour pouvoir étudier, sur un même œuf, la série des premiers phénomènes embryonnaires. On sait qu'on trouve communément de ces Ler-

néens sur les Gades, logés dans la cavité de la bouche de ces poissons voraces; là ils se trouvent plongés dans un courant d'eau aérée qu'il serait difficile de reproduire artificiellement.

Mais en examinant un grand nombre d'œufs, j'ai trouvé toutes les phases du développement, à partir du moment où l'œuf renferme deux cellules embryonnaires. J'ai rencontré des œufs qui en présentaient quatre; ces cellules se divisent à leur tour et se nourrissent aux dépens de la substance vitelline qui les baigne. Pendant que la masse cellulaire augmente, la quantité de matières nutritives diminue constamment. Mais, tandis que chez les Trématodes digenèses il se forme dans l'œuf un embryon cilié, dont la forme n'a rien de commun avec celle de l'animal dont il provient, nous voyons chez les Trématodes supérieurs ou monogenèses, un développement direct, comme l'a montré pour la première fois M. P.-J. Van Beneden, dans son mémoire sur les vers intestinaux. Il est inutile pour nous de décrire l'ordre et le mode d'apparition des divers organes; ce problème a été résolu par M. P.-J. Van Beneden, et, du reste, cette question ne rentre pas dans le cadre de ce travail. Le seul point important pour nous, c'est de savoir quelles sont les relations qui existent entre l'œuf et les premières cellules de l'embryon, et ce point intéressant avait été complétement négligé.

L'œuf de tous les Trématodes supérieurs présente absolument la même composition et le même mode de formation; les seules différences consistent en ce que la désorganisation totale des cellules vitellines se fait tantôt dans le vitelloducte, voire même dans la glande où ces cellules ont pris naissance; plus souvent les cellules vitellines ont conservé leur forme primitive, au moment où elles vont entourer la cellule germinative; mais elles sont déjà en voie de décomposition : leur noyau a disparu et leur membrane est déjà ramollie au point de ne plus présenter aucune consistance; d'autres fois encore, comme cela a lieu chez les Udonelles, les cellules vitellines conservent quelque temps dans l'œuf tous leurs caractères propres, et la désorganisation ne s'opère que beaucoup plus tard. Mais nous croyons pouvoir établir d'une manière tout à fait générale que la substance nutritive de l'œuf se forme toujours dans les cellules épithéléales des glandes vitellogènes.

La dimension des œufs varie considérablement; mais leur forme est généralement ovale. La coque présente des caractères extrêmement variés : dans la plupart des Trématodes digenèses, Monostomes, Distomes, Amphistomes, etc., la coque ne possède aucun filament qui puisse servir à amarrer l'œuf. Il en est de même de quelques Trématodes supérieurs : il me suffira de citer comme exemple l'œuf du Polystome que j'ai décrit plus haut, et celui d'un animal nouveau très-voisin des Octobothrium, que j'ai trouvé sur les branchies du *Gadus Molua*. Le caractère tiré de l'existence d'un prolongement filiforme à chacun des pôles de l'œuf ne peut pas être assigné, ainsi qu'on l'a cru quelquefois [1], comme caractéristique pour la famille des Octobothrium, puisque chez le Trématode du Gadus Molua, véritable Octocotyle, les œufs sont dépourvus de ce filament.

Mais les œufs de certains Distomes et de la plupart des Trématodes ectoparasites présentent, soit à l'un de leurs pôles, soit à tous les deux à la fois, un prolongement filiforme dont la longueur est très-variable et qui, étant diversement enroulé, donne à l'œuf des aspects fort différents. Les œufs de la plupart des Octobothrium portent un prolongement à chacun de leurs pôles. L'œuf du Dactycotyle mérite d'être signalé pour la longueur excessive de l'un de ces filaments, qui se termine par une petite expansion en forme d'entonnoir, tandis que l'autre, beaucoup plus court, est plus ou moins enroulé en crosse à son extrémité et se termine par une sorte de crochet, déterminé par un coude brusque que forme son extrémité [2]; dans son travail sur le développement des vers intestinaux, G. Wagener [3] a figuré les œufs du Diplozoon paradoxum, qui, pour la longueur énorme du filament que l'œuf porte à l'un de ses pôles, comptent également parmi les plus remarquables. Une forme, qui, pour l'aspect extérieur, s'éloigne assez notablement de toutes celles que nous venons de citer, est celle des œufs d'Épibdelles

[1] Van Beneden et Hesse, *Recherches sur les Bdellodes ou Hirudinées et les Trématodes marins.* Mém. de l'Acad. de Belg., 1863, page 96.

[2] Ed. Van Beneden, *Genre Dactycotyle*, etc. Bulletins de l'Acad. royale de Belg., 2me série, tome XXV, 1868.

[3] G. Wagener, *Beiträge zür Entwickelungsgeschichte der Eingeweidewürmer. — Natuurk. verh. van de Holl. Maatsch. der wetensch. te Haarlem*, 1857.

dont la composition et le mode de formation ne diffèrent cependant en rien de ceux des autres Trématodes [1].

Je résume en quelques mots les résultats principaux de mes recherches sur le mode de formation de l'œuf des Trématodes, sur sa composition et les premiers phénomènes qui s'accomplissent dans l'œuf fécondé.

I. — FORMATION DE L'OEUF.

1° Deux glandes distinctes, un germigène et un vitellogène, concourent toujours, chez les Trématodes, à la formation de l'œuf;

2° Le germigène donne naissance à des cellules protoplasmatiques dépourvues de membrane, dont le noyau toujours bien développé renferme un nucléole qui présente généralement une tache claire plus ou moins considérable.

Ces cellules se forment aux dépens d'un protoplasme commun à noyaux, qui, peu à peu, se divise autour de ces noyaux pour former autour de chacun d'eux une couche distincte; les cellules individualisées ne sont autre chose que de petites masses protoplasmatiques sans membrane, dont le noyau représente la vésicule germinative;

3° Les cellules épithéléales du vitellogène donnent naissance à une substance nutritive que l'on a désignée sous le nom de vitellus. Ces cellules, en se désorganisant, mettent en liberté leur contenu, consistant en un liquide transparent, soluble dans l'eau, qui tient en suspension des éléments réfringents, des granules vitellins et des gouttelettes de graisse. Cette désorganisation des cellules vitellines peut se faire avant que l'œuf soit formé, ou bien aussi, après que les cellules sont venues se disposer autour de la cellule germinative;

4° L'œuf se forme par la réunion, dans une coque commune, d'une cellule protoplasmatique (germe, cellule germinative) et d'une certaine quantité de substance nutritive.

[1] Van Beneden, *Mémoire sur les vers intestinaux*. Paris, 1858. Planche III.

II. — COMPOSITION DE L'OEUF.

Chez tous les Trématodes l'œuf se constitue :

1° D'une vésicule germinative englobant un corpuscule réfractant fortement la lumière, qui représente la tache de Wagner;

2° D'une couche de protoplasme, qui entoure immédiatement la vésicule germinative;

3° D'une quantité plus ou moins considérable de substance nutritive; on l'a désignée sous le nom de vitellus, et elle prend naissance dans la glande qu'on a appelée vitellogène;

4° D'une coque, de nature chitineuse, dont les caractères sont extrêmement variables, mais qui est toujours un produit de sécrétion des cellules glandulaires de l'oviducte.

III. — DÉVELOPPEMENT.

Le développement des Trématodes commence par la multiplication par division de la *cellule germinative*. Le nucléole se divise d'abord, le noyau subit bientôt le même phénomène, et enfin le corps protoplasmatique de la cellule se segmente. Il se forme ainsi deux cellules embryonnaires, qui proviennent de la *cellule germinative* par voie de division. La substance nutritive de l'œuf reste entièrement indépendante de cette division et n'y prend aucune part. M. G. Wagener et M. Leuckart ont cru, bien à tort, que ces *premières cellules* proviennent de la multiplication par voie endogène de la *vésicule germinative*, qui n'est qu'*un noyau de cellule*. Les cellules-filles se multiplient à leur tour et se nourrissent aux dépens de la substance vitelline qui les baigne et que l'on voit diminuer peu à peu; la multiplication des cellules continuant, il arrive un moment où la coque est entièrement remplie par un amas de cellules, qui proviennent toutes de la cellule germinative et qui ont fini par absorber complétement la substance nutritive fournie par le vitellogène. Chez les Trématodes digenèses, l'embryon s'entoure d'une membrane ciliée, tout à fait indépendante de la masse cellulaire de l'embryon. Les Trématodes supérieurs, au contraire, sont à développement direct, et l'embryon, au moment de sortir de l'œuf, a déjà la forme de l'adulte.

II. — CESTOÏDES.

HISTORIQUE.

Il me semble fort inutile de rappeler ici tout ce que les anciens helminthologistes ont écrit sur l'appareil sexuel de ces animaux, dont l'étude offre des difficultés vraiment exceptionnelles. Il suffira de rappeler ce que M. von Siebold dit, dans son manuel d'anatomie comparée, au sujet de l'organisation de l'appareil femelle des vers cestoïdes. Il expose en quelques mots l'état des connaissances acquises alors sur la constitution de cet appareil, et il reconnaît tout d'abord que, chez les Cestoïdes, les organes génitaux ont des parois tellement minces et si intimement unies au parenchyme du corps, qu'il n'a pas encore été possible de déterminer complétement leur structure et leur disposition. Les organes mâles et femelles se répètent une multitude de fois, à la file les uns des autres, et chaque anneau renferme en même temps ces deux appareils. L'illustre helminthologiste soupçonnait déjà que les organes sécréteurs du vitellus et des vésicules germinatives pourraient bien être distincts chez les Cestoïdes comme chez les Trématodes; mais cette supposition ne reposait pas sur l'observation directe. M. Creplin, en parlant, dans les notes qu'il ajouta au mémoire de M. Steenstrup [1] sur l'*Hermaphrodisme dans la nature,* des connaissances alors acquises sur l'appareil sexuel des Cestoïdes, reconnaît aussi que cet appareil reste encore à débrouiller.

Depuis cette époque, M. Blanchard éclaircit différents points relatifs à l'organisation des Cestoïdes, que ses prédécesseurs avaient laissés dans l'obscurité.

Mais c'est le travail de M. P.-J. Van Beneden [2], *Sur les vers Cestoïdes ou Acotyles,* qui a fait connaître l'organisation de ce groupe de vers et qui a servi de point de départ et de base pour toutes les recherches dont ces animaux ont été ultérieurement l'objet. Pour ce qui concerne l'appareil sexuel femelle de ces animaux, il montra que chaque segment, individu distinct, est her-

[1] Steenstrup, *Das Vorkommen der Hermaphrodismus*, 1846, p. 110.

[2] P.-J. Van Beneden, *Les vers Cestoïdes ou Acotyles.* T. XV des Mémoires de l'Académie royale de Belgique. Bruxelles, 1850.

maphrodite, et que l'appareil sexuel se constitue essentiellement de deux glandes distinctes, le germigène et le vitellogène. Au sortir de la glande où elles ont pris naissance, les cellules germinatives s'entourent d'une certaine quantité de matière vitelline, et une membrane se forme autour de l'œuf dans l'organe qui a été désigné sous le nom de *ootype*.

Un grand nombre d'observations nouvelles, confirmant complétement ces premiers résultats, furent publiées dans le Mémoire de M. P.-J. Van Beneden, qui, en 1853, obtint de l'Institut de France le grand prix des sciences physiques. Dans leurs travaux helminthologiques, MM. von Siebold, Küchenmeister, Leuckart et G. Wagener ont fait l'étude anatomique d'un grand nombre de genres, et la connaissance de la constitution de l'appareil générateur femelle des Cestoïdes fut définitivement acquise.

Dans le traité d'helmintologie qu'il publie en ce moment, sous le titre : *Die menschlichen Parasiten*, M. Leuckart résume les connaissances actuelles sur la constitution de l'appareil générateur femelle et les premiers phénomènes embryonnaires des Cestoïdes. Voici comment il s'exprime : « Allerdings besitzen auch unsere Bandwürmer ein Ovarium, aber dieses liefert blos *die Eikeimen ohne Dotter und Schale* weshalb man es denn auch gewöhnlich nicht als Eierstock sondern (nach dem Vorgange von Siebold's) als Keimstock bezeichnet. Die Dottermasse wird in einem besondern sog. Dotterstocke bereitet, der zu den Seiten des Eierstockes gelegen ist, und neben den windungen des Uterus mehr oder minder weit emporsteigt [1]. »

On le voit, depuis 1850, la manière de considérer l'appareil sexuel des Cestoïdes n'a guère varié; aujourd'hui encore, on le considère comme formé de deux glandes, dont l'une fournit les germes des œufs, l'autre, le vitellus.

Quant aux observations faites sur les premiers phénomènes embryonnaires des vers rubanés, j'aurai à citer les observations de M. Kölliker sur le développement des Bothriocéphaliens, et celles de M. Leuckart sur celui des Téniens.

J'exposerai successivement les recherches que j'aï pu faire : 1° sur la constitution de l'appareil sexuel femelle des Cestoïdes et sur le mode de for-

[1] *Die menschlichen Parasiten.* Erster Band. S. 182.

mation de l'œuf; 2° sur sa constitution; 3° sur les premiers phénomènes embryonnaires et sur la question de savoir comment les premières cellules embryonnaires dérivent de l'œuf.

I. — APPAREIL SEXUEL FEMELLE ET MODE DE FORMATION DE L'OEUF.

Comme on le voit par ce que nous venons de dire, l'organisation des Cestoïdes ne fut connue que bien longtemps après celle des Trématodes; c'est que l'étude de ces vers présente des difficultés exceptionnelles, et les organes sexuels, qui prennent dans tous les vers un si énorme développement, atteignent chez les Cestoïdes le plus haut degré de complication.

Il est définitivement acquis aujourd'hui que ces animaux, qui, en apparence, ne présentent avec les Trématodes aucune analogie, n'en diffèrent, en réalité, que par des caractères accessoires. L'appareil sexuel femelle, en particulier, est organisé, dans ces deux groupes, d'après un plan à peu près uniforme. Chez les Cestoïdes comme chez les Trématodes, l'appareil reproducteur se complique par la division du travail, et deux glandes distinctes concourent à l'élaboration des éléments constitutifs de l'œuf. Un germigène existe dans ces deux ordres de Cotylides et cet organe remplit partout la même fonction et présente toujours la même structure. On peut en dire autant du vitellogène: cette glande sécrète toujours le même produit, qui se forme d'après un procédé uniforme.

Mais si le germigène des Cestoïdes est analogue à celui des Trématodes, il y a lieu de se demander si les produits ne sont point identiques et si cette glande ne fournit point, chez les uns comme chez les autres, de véritables cellules. Cette question si importante n'a point été résolue jusqu'ici, et c'est sa solution que nous avons spécialement recherchée dans nos études sur ce groupe de vers.

L'appareil sexuel de tous les Cestoïdes se ramène, en dernière analyse, à un seul et même type; les modifications qu'on y rencontre se rapportent aux parties accessoires de l'appareil sexuel : les Bothriocéphalides se distinguent des Téniens en ce que chez eux le vagin sert en même temps de matrice et d'oviducte, tandis que chez les Téniens il existe une matrice spéciale. Mais ces différences ne sont pas essentielles : les glandes qui sécrètent

les éléments constitutifs de l'œuf sont identiques dans ces deux types de Cestoïdes; chez tous, deux glandes distinctes concourent à la formation de l'œuf.

M. Van Beneden a établi chez les Cestoïdes une division parallèle à celle qui sépare naturellement les Trématodes : il existe pour lui un groupe de Cestoïdes monogenèses, représenté par un genre qui ne comprend qu'une seule espèce, le *Caryophylleus mutabilis*. Le groupe des Cestoïdes digenèses comprend tous les autres Cestoïdes, qu'on peut ranger en deux groupes : les Bothriadés et les Téniens. Le *Caryophylleus* présente, du reste, la même organisation que celle des autres Cestoïdes, au moins pour ce qui concerne l'appareil reproducteur.

Une même espèce ne se prête pas toujours également bien pour l'étude de toutes les parties de l'appareil reproducteur : on pourra parfaitement reconnaître la conformation et la structure du germigène dans tel genre, où le vitellogène se prête très-peu aux investigations; mais comme l'organisation présente chez tous ces animaux une si grande uniformité, on peut arriver à la connaissance complète de la composition et de la structure de l'appareil, en étudiant un organe chez telle espèce, un autre dans une espèce différente.

Germigène. — Le *Caryophylleus* est un des Cestoïdes où l'on peut le plus facilement reconnaître la composition de cette glande essentielle de l'appareil générateur. Le germigène, de forme arrondie, quelquefois légèrement lobulé, a un volume peu considérable (pl. IV, fig. 1 *gg*); il est situé près de l'extrémité postérieure du corps, entre les deux vitellogènes (*pg*), et possède un canal excréteur, dont les parois sont d'une extrême délicatesse (*gd*).

Il nous a été impossible de décider la question de savoir si cette glande présente des parois qui lui soient propres; elle paraît creusée dans le parenchyme du corps, et il n'est pas possible de l'isoler dans son ensemble. Dans la portion de la glande opposée au point d'origine du germiducte, on trouve de petites vésicules incolores et transparentes qui sont des noyaux cellulaires peu volumineux en suspension dans un liquide protoplasmatique commun. A son extrémité opposée le germigène renferme de petites cellules transparentes, et si, après avoir pris de grandes précautions, on parvient à ouvrir cette glande et à en faire sortir ces cellules, on reconnaît qu'elles présentent un noyau à nucléole (pl. IV, fig. 3). Le noyau clair et transparent mesure environ la



moitié du diamètre de la cellule; le nucléole est très-petit et réfracte fortement la lumière.

Quand on a fait sortir le contenu de la glande, on voit, à côté de ces cellules véritables, de petites masses formées d'une matière visqueuse, finement granuleuse, tenant en suspension de petits noyaux transparents (pl. IV, fig. 2). Ce sont de jeunes germes en voie de formation; le protoplasme ne s'est pas condensé autour de ces noyaux en se différenciant des parties voisines, et si nous comparons ces faits à ceux que nous avons signalés et observés un si grand nombre de fois chez les Trématodes, nous trouvons qu'il existe une identité parfaite entre le produit des glandes germigènes des Trématodes et celui des Cestoïdes, tant pour leur composition que pour leur mode de formation.

J'ai étudié au même point de vue le germigène d'autres Cestoïdes, et, en particulier, celui de ces vers si remarquables qui vivent en grande abondance dans l'intestin des raies et qui forment le genre *Echinobothrium* (Van Beneden); chez ces animaux le germigène est double; chaque proglottis présente, près de son extrémité postérieure, à droite et à gauche, une glande transparente, très-allongée dans le sens de la longueur du proglottis, à l'intérieur de laquelle on distingue nettement de petites vésicules transparentes, qui ont des dimensions très-peu considérables à l'extrémité antérieure de ces deux glandes, mais qui sont très-développées, au contraire, à l'extrémité opposée, d'où part le canal excréteur. J'ai reconnu que chez eux comme chez les Caryophyllées, les vésicules renfermées dans l'extrémité postérieure de ces glandes sont de véritables cellules protoplasmatiques à noyau et nucléole, tandis que les petites vésicules que l'on distingue dans l'extrémité antérieure de la glande sont de jeunes noyaux de cellules.

Vitellogène. — Le vitellogène est constitué chez tous les Cestoïdes de deux moitiés semblables; elles occupent généralement dans chaque proglottis les deux côtés du corps, et elles s'étendent dans toute leur longueur. Elles ont une forme plus ou moins lobulée, toujours assez irrégulière, et, suivant que les incisions qui déterminent cette forme sont plus ou moins profondes, elles apparaissent comme glandes simples ou comme glandes composées.

C'est une disposition très-fréquente que celle qui est réalisée chez les *Cal-*

liobothrium, où un canal excréteur commun porte latéralement un grand nombre de petites capsules glandulaires, distinctes les unes des autres.

Quoi qu'il en soit de ces différentes formes affectées par le vitellogène, nous trouvons que partout cette glande donne naissance à un seul et même produit, et que ce produit se forme d'après un procédé qui est très-probablement le même que celui que nous avons décrit chez les Trématodes. Le vitellus se forme, chez les Cestoïdes comme chez les Trématodes, dans des cellules véritables, dont le contenu est mis en liberté après la résorption des parois cellulaires.

Si l'on examine avec soin le vitellogène des Caryophyllées, on reconnaît parfaitement que cette glande est gorgée de petites cellules. On distingue sans peine un noyau transparent dans les plus petites d'entre elles, aussi longtemps qu'elles ne sont pas rendues complétement opaques, par la formation à leur intérieur de granules vitellins. Ces cellules vitellines à noyaux ont été reconnues, du reste, par plusieurs helminthologistes anciens, qui ont pris ces cellules pour de jeunes œufs et qui ont considéré les vitellogènes comme étant véritablement les ovaires.

Le plus souvent ces cellules vitellines se désorganisent peu à peu à l'intérieur même des glandes où elles ont pris naissance, et, dans le voisinage de l'ootype, les vitelloductes ne renferment plus qu'un liquide plus ou moins transparent, tenant en suspension des granules vitellins et de petites gouttelettes de graisse.

On reconnaît chez l'*Echinobothrium*, tout aussi manifestement que chez le *Caryophylleus*, l'existence de cellules vitellines. Il est plus difficile de les distinguer dans les glandes où elles prennent naissance, parce qu'elles forment dans ces glandes des amas considérables, et, à cause de l'opacité que communiquent à ces cellules les éléments vitellins très-réfringents qu'elles tiennent en suspension, il n'est guère possible de reconnaître les éléments cellulaires qui constituent ces masses opaques. Mais dans les vitelloductes, on trouve ces cellules disposées à la file les unes des autres; à ce moment leurs membranes sont déjà en partie résorbées, et leur désorganisation est complète avant que leur contenu soit utilisé pour la formation des œufs.

II. — COMPOSITION DE L'OEUF.

L'œuf des Cestoïdes, comme celui des Trématodes, se forme par la réunion des produits des deux glandes qui ont été désignées sous le nom de germigène et de vitellogène. Nous venons de voir que le germigène donne naissance à des cellules protoplasmatiques à noyau et à nucléole, et que le vitellogène fournit un liquide visqueux tenant en suspension des éléments très-petits réfractant fortement la lumière. Au moment où une cellule germinative arrive au point où le germiducte va s'unir au vitelloducte, pour former un canal commun, on voit une certaine quantité de substance vitelline se précipiter autour de la cellule germinative et l'entourer de toutes parts; plus tard seulement une membrane commune se forme autour de cet ensemble, et cette membrane a la même signification que celle que nous avons vue se former autour de l'œuf chez les Trématodes : elle est un produit de sécrétion, une véritable coque.

L'œuf se constitue donc : 1° d'une cellule germinative formée d'un corps protoplasmatique, d'un noyau et d'un nucléole; 2° d'une certaine quantité de substances nutritives pour le futur embryon : elles consistent en un liquide visqueux tenant en suspension des éléments vitellins; 3° d'une membrane de sécrétion : c'est la coque.

Nous avons reconnu ces diverses parties dans les œufs du *Caryophylleus mutabilis* (pl. IV, fig. 4) : ils ont une forme régulièrement ellipsoïdale et l'on distingue aisément, dans un œuf nouvellement formé, autour de la vésicule transparente qui représente la vésicule germinative, une zone protoplasmatique dont l'épaisseur est égale à la longueur du rayon de la vésicule germinative. Les œufs du *Bothriocephalus punctatus*, qui se font remarquer, comme la plupart des Bothriocéphales, par une épaisseur considérable de la coque (pl. IV, fig. 5), montrent manifestement la même composition.

On peut en dire autant aussi des œufs d'un Cestoïde très-remarquable qui habite l'intestin grêle de la *Motella quinquecyrrhata* et pour lequel je propose le nom de *Dibothrium dubium*.

Les œufs des Téniens se font, en général, remarquer par leur petitesse et par le peu d'épaisseur de leur membrane. J'ai représenté (pl. III, fig. 12

et suiv.), au grossissement de 350, l'œuf du *Tænia bacillaris* de la taupe. L'œuf des Cestoïdes est toujours extrêmement petit, mais on peut dire, d'une manière générale, qu'il est un peu plus volumineux chez les Bothriocéphalides que chez les Téniens. Il a généralement une forme arrondie ou ovale, quoiqu'il y ait cependant des œufs extrêmement allongés, se rapprochant, pour la forme, de ceux des Échinorhynques : tels sont, par exemple, les œufs de l'*Anthobothrium giganteum* et ceux de l'*Anthobothrium perfectum*. L'*Echinobothrium typus* a des œufs de forme conique.

III. — DÉVELOPPEMENT.

M. von Siebold reconnut le premier que l'embryon des Cestoïdes est pourvu de trois paires de crochets; il décrivit leur forme et leur composition, chez un grand nombre de Téniens et de Bothriocéphales, dans l'article qu'il publia sur le développement des Entozoaires dans la *Physiologie* de Burdach [1], et, immédiatement après, il fait cette remarque judicieuse : « il est remarquable que les Bothriocéphales, qui sont inermes dans leur état adulte, et des Ténias appartenant à la section de ceux que Rudolphi appelle *Inermes capite non rostellato*, possèdent, à l'état embryonnaire, les mêmes crochets que les embryons des Ténias, dont la tête est garnie d'une couronne de crochets. »

Mais M. von Siebold ne s'est guère occupé du mode de formation de ces embryons. En 1843, M. Kölliker [2] consigna, dans les *Archives de Muller*, le résultat de ses observations sur le développement de l'embryon du Bothriocéphale du *Salmo umbla*. Il regarde comme membrane vitelline la coque de l'œuf, et il reconnaît dans le vitellus une vésicule germinative et une tache de Wagner. D'après M. Kölliker, la vésicule germinative disparaîtrait au début du développement pour être remplacée aussitôt par un corps, qui apparaît comme une tache transparente et qui serait la première cellule embryonnaire. Cette cellule se multiplie et la petite masse transparente arrive à la surface et se montre alors constituée d'un certain nombre de cellules trans-

[1] Trad. franç., vol. III, p. 55.

[2] *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte wirbelloser Thiere* von Dr A. Kölliker. MULLER'S ARCHIV., 1843.

parentes, renfermant chacune un petit noyau opaque. Ces cellules se multiplient, se nourrissent aux dépens du vitellus, qui finit par disparaître, et alors l'œuf se trouve rempli d'une foule de petites cellules, résultant de la multiplication de la première cellule embryonnaire. La partie centrale de cette masse cellulaire va former l'embryon à six crochets; quant à la destination de la partie périphérique, M. Kölliker n'a pas émis d'opinion bien arrêtée, n'ayant pu faire, sur ce point, d'observations directes. On sait aujourd'hui que cette couche donne naissance à une membrane ciliée, et que, grâce à cette robe vivante, l'embryon du Bothriocéphale peut se mouvoir pendant quelque temps dans l'eau, par l'intermédiaire de laquelle il doit s'introduire dans le corps de l'hôte où il va continuer son évolution. Ces belles observations ont été faites tout d'abord par M. Schubert d'Utrecht, qu'une mort prématurée a ravi à la science, avant qu'il ait pu publier ses belles recherches. Elles ont été répétées plus tard par M. Knoch [1], de Saint-Pétersbourg.

M. G. Wagener [2], dans son *Mémoire sur le développement des vers intestinaux,* ne dit qu'un seul mot au sujet de la formation de l'embryon hexacanthe des Cestoïdes, mais ce mot me paraît avoir une grande importance. Voici comment il s'exprime : « Der Embryo der Cestoden entwiekelt sich (*wie es scheit durchgehends durch Theilung der Keimbläschens*) schon im Bandwurmgliede. » Malheureusement, l'auteur ne dit pas si cette opinion est basée sur une observation directe, ou s'il conclut simplement de l'analogie avec les Trématodes.

M. Leuckart [3] expose dans ses *Menschlichen Parasiten,* ses observations sur les premiers phénomènes embryonnaires chez les Téniens : « Les premiers changements qui se produisent dans l'œuf, après la fécondation, consistent dans un accroissement de la vésicule germinative et dans l'agglutination des granules vitellins, jusqu'ici dispersés, en un corps unique, de forme

[1] Knoch, *Histoire naturelle du Bothriocephalus latus.* Mém. de l'Acad. de Saint-Pétersbourg, 7me série, tome V.

[2] G. Wagener, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Eingeweidewürmer. — Nat. Verhand.*, 1857.

[3] Leuckart, *Die menschlichen Parasiten.* Erster Band. S. 184.

arrondie. » Cet amas de granules subsiste dans l'œuf pendant tout le temps du développement à côté de la vésicule germinative ou de l'amas de cellules qui en dérive. Aussitôt que la *vésicule germinative* s'est accrue d'un tiers environ de son diamètre primitif, on y voit se former, *par voie endogène*, des vésicules-filles, sur lesquelles on peut observer bientôt le même mode de multiplication. Ce phénomène de multiplication se continue jusqu'à ce que les cellules soient devenues trop petites pour qu'il soit encore possible de les distinguer, même avec les plus forts grossissements.

J'ai cherché à suivre le développement de l'embryon, à partir du moment où l'œuf vient de se former, mais je n'ai pas réussi à voir les phénomènes embryonnaires se produire sur le porte-objet du microscope. Mes recherches ont porté sur plusieurs groupes de Cestoïdes, et c'est sur le développement du *Tœnia bacillaris* de la taupe que j'ai recueilli les données les plus complètes. Je n'ai pas pu constater par l'observation directe la persistance de la cellule germinative, et je n'oserais affirmer positivement qu'elle se divise pour donner naissance aux deux premières cellules embryonnaires; mais j'ai la conviction que les premiers phénomènes embryonnaires se produisent ici absolument comme chez les Trématodes, c'est-à-dire qu'après la fécondation la cellule germinative se divise et que cette division commence par celle de son nucléole et de son noyau. Entre un Trématode et un proglottis de Cestoïde existe une analogie telle, qu'il n'est plus possible de douter aujourd'hui de l'affinité qui existe entre ces animaux, qui appartiennent incontestablement à un même groupe naturel. D'un autre côté, dans ces deux ordres de vers, l'œuf se forme d'après un procédé identique, et sa constitution chez les Trématodes et les Cestoïdes est parfaitement la même. Dès lors, n'est-il pas aussi rationnel de conclure de ce qui se passe chez les Trématodes à ce qui se produit chez les Cestoïdes que d'admettre que si le premier phénomène embryonnaire consiste chez un Distome dans la multiplication par division de la cellule-œuf, il en est de même chez les autres Trématodes voisins? Il est impossible que la *cellule germinative* se multiplie par division chez les Trématodes et qu'elle disparaisse chez les Cestoïdes.

Au reste, M. G. Wagener, en parlant de la formation de l'embryon hexacanthe des Cestoïdes, déclare, comme il a été dit plus haut, *que ce dévelop-*



pement commence par la division de la vésicule germinative. Il ne faut pas oublier, cependant, que l'auteur ne dit pas si cette opinion s'appuie sur une observation directe et que, dans tous les cas, il a pris pour la vésicule germinative, qui est toujours un noyau cellulaire, une cellule qui, comme nous le montrerons, n'est pas la vésicule germinative, mais bien la cellule-œuf. *C'est le noyau de cette cellule* qui représente la vésicule de Purkinje de l'œuf des autres animaux.

D'un autre côté, M. Leuckart a exprimé l'opinion que les premières cellules embryonnaires proviennent de la vésicule germinative où elles se formeraient par voie endogène. Malgré toute l'autorité qui s'attache au nom de M. Leuckart, et tout le respect que j'éprouve pour ses opinions, je ne puis partager son avis : la vésicule germinative de tout œuf est un noyau de cellule, et je ne crois pas qu'il y ait jusqu'ici des exemples de cellules formées tout entières aux dépens du noyau d'une cellule préexistante; d'un autre côté, l'œuf des Cestoïdes se forme absolument comme celui des Trématodes et il est constitué de la même manière. Je ne puis croire que chez les Cestoïdes les cellules embryonnaires proviennent *de la vésicule germinative par voie endogène,* quand, chez les Trématodes, ces cellules se forment *par la division* de la *cellule germinative.*

Enfin, j'ai eu sous les yeux un grand nombre d'œufs de *Tœnia bacillaris* dans lesquels existaient deux cellules embryonnaires suspendues dans la masse vitelline (pl. III, fig. 12). *Jamais je n'ai vu ces cellules entourées d'une membrane commune* qui aurait pu faire croire à une multiplication par voie endogène. J'ai la conviction intime que, chez les Cestoïdes comme chez les Trématodes, les deux premières cellules embryonnaires proviennent de la multiplication par division de la *cellule germinative,* dont le noyau représente la *vésicule germinative* des autres animaux.

Comme je le disais, j'ai trouvé des œufs de *Tœnia bacillaris* présentant à leur intérieur deux cellules embryonnaires suspendues dans un liquide à peu près transparent, mais tenant en suspension quelques petits corpuscules réfractant fortement la lumière. *Ces cellules se multiplient par division* et se nourrissent aux dépens de la substance nutritive, qui diminue successivement, à mesure que la masse cellulaire augmente; celle-ci remplira à la fin toute

la capacité de l'œuf, n'étant plus séparée de la coque que par une mince couche de liquide transparent, et à ce moment on pourra encore reconnaître très-distinctement dans ces cellules un noyau et un nucléole. J'ai représenté (pl. III, fig. 12 et suiv.) des œufs du *Tænia bacillaris* à tous les états du développement.

Je me permettrai d'exposer ici la suite des phénomènes embryonnaires qui se produisent dans l'œuf jusqu'au moment de la formation complète de l'embryon. Au premier abord, cet exposé pourra paraître un hors d'œuvre; mais plusieurs raisons justifieront, j'espère, cette petite digression : au moment où l'embryon des Cestoïdes a atteint sa forme définitive et son entier développement, il se trouve souvent entouré d'un nombre considérable de membranes, qui ont été considérées quelquefois comme se rattachant à l'œuf. Mais ces diverses enveloppes n'appartiennent pas à l'œuf : elles sont des dépendances de l'embryon et se forment dans le cours de son développement. M. von Siebold a déjà exprimé cette opinion dans son article sur le développement des Entozoaires, publié dans la *Physiologie* de Burdach [1] : « Quelque variées que soient leurs formes, les œufs, quand ils ont acquis le terme de leur développement, sont presque toujours arrondis ou ovales au début du développement, et ils ne consistent qu'en un jaune entouré d'une seule membrane. C'est seulement par les progrès du développement que se forment les autres membranes dont les caractères se prononcent peu à peu. » Puis il ajoute : « Je n'ai pu déterminer quelle est celle des enveloppes qui apparaît la première. »

J'ai pour but, en faisant cette petite digression 1° de montrer la vraie valeur de ces différentes membranes, qui n'ont pas toutes la même signification; 2° de faire connaître la vraie nature de certains organes qui apparaissent à la surface de l'œuf dans le cours du développement et qui dépendent de la coque. Celle-ci est une membrane de l'œuf; son étude rentre, par conséquent, dans le cadre de ce travail.

Les œufs du *Tænia bacillaris* se prêtent parfaitement à ces recherches; nulle part, le nombre des membranes embryonnaires n'est plus considérable. Au moment où je l'ai quitté, l'œuf avait encore une forme parfaite-

[1] *Burdach's Physiologie*. Trad. franç., vol. III, p. 53.

ment arrondie et légèrement ovale (pl. III, fig. 15); son volume a augmenté sensiblement, mais la coque est restée d'une délicatesse extrême : elle ne présente encore aucune consistance. Bientôt on voit, à chacun des deux pôles de l'œuf, la coque se prolonger en un appendice filiforme qui atteint la forme d'un véritable bâtonnet (pl. III, fig. 16 et suiv.), et le liquide qui baigne l'embryon se porte à l'intérieur de ces organes. Ces bâtonnets ont souvent une longueur différente aux deux pôles de l'œuf (fig. 19), et leurs dimensions varient légèrement d'un œuf à un autre. Ils présentent dans toute leur longueur le même diamètre et ils sont d'une transparence telle, qu'il est nécessaire, pour les apercevoir, d'examiner les œufs avec un soin minutieux. Bientôt la coque se durcit, j'allais dire se racornit, jusqu'à la base des bâtonnets, et elle prend une coloration jaunâtre (fig. 18). En même temps le volume de l'œuf s'accroît de plus en plus. Comme les parois des bâtonnets conservent leur transparence et qu'ils restent parfaitement incolores, que, d'un autre côté, le racornissement de la coque se produit jusqu'à leur base, où il s'arrête suivant une ligne circulaire parfaitement régulière, il semble à ce moment que les bâtonnets sortent de l'intérieur de l'œuf par un orifice de la coque (pl. III, fig. 18 et 19).

Pendant ce temps des modifications importantes se sont produites chez l'embryon : les cellules embryonnaires, d'abord toutes semblables entre elles, se différencient en deux couches : les cellules périphériques se multiplient plus rapidement que les cellules sous-jacentes; elles vont former, à la surface de l'embryon, une couche de cellules plus pâles et plus petites (fig. 17 et 18).

Les cellules centrales se distinguent par des dimensions plus considérables et par une transparence inférieure à celle des cellules périphériques. En même temps l'œuf a grandi, et une quantité de liquide de plus en plus grande est venue s'interposer entre l'embryon et la coque. Bientôt on voit ce liquide pénétrer entre la couche périphérique de cellules embryonnaires, qui forment maintenant une lame continue, et la masse centrale qui va former l'embryon (fig. 20). La couche cellulaire périphérique s'écarte de plus en plus de l'embryon, et le liquide s'accumule progressivement dans cet espace qui croît progressivement (fig. 21). En même temps les cellules embryonnaires se sont multipliées, et les premiers rudiments des crochets ont apparu sous forme de

petits stylets. On voit ensuite se former autour de l'embryon une membrane anhiste peu épaisse immédiatement appliquée sur lui. Il s'en forme une seconde et même une troisième, toutes concentriques et immédiatement en contact les unes avec les autres (fig. 22). Le liquide, qui s'était interposé entre l'embryon et son enveloppe cellulaire, diminue et finit par disparaître en grande partie. Il est clair que c'est à ses dépens que se forment les membranes sans structure qui entourent l'embryon. Mais ce liquide se fige-t-il directement pour former ces membranes, ou bien sert-il préalablement à la nutrition de l'embryon, qui donne naissance à ces membranes par voie de sécrétion? c'est là une question qu'il n'est pas possible de résoudre par l'observation. Il semble, cependant, que la seconde opinion soit plus admissible : on ne voit pas trop pourquoi le liquide, s'il avait la propriété de se figer, ne donnerait lieu à ce phénomène qu'au contact de l'embryon, et pourquoi il donnerait naissance à plusieurs membranes parfaitement distinctes.

L'embryon continue son développement; ses crochets se dessinent de plus en plus, et en même temps sa masse totale se réduit au volume qu'elle doit atteindre dans l'œuf (fig. 22).

Quelle est la signification de cette couche cellulaire périphérique qui se détache de l'embryon pour s'en écarter successivement?

D'après les observations faites tout d'abord par M. Kölliker, l'embryon des Bothriocéphales ne se forme pas aux dépens de toute la masse cellulaire qui remplit l'œuf à un moment donné de son évolution; une couche périphérique se sépare et c'est elle qui, d'après les observations de MM. Schubert et Knoch, donne naissance à la membrane ciliée, au moyen de laquelle l'embryon du Bothriocéphale nage librement dans l'eau après son éclosion. Les cellules, après avoir donné naissance à cette membrane, se flétrissent pour être résorbées peu à peu, et l'embryon hexacanthe reste quelque temps entouré par cette robe ciliée. Il est évident que la couche cellulaire que nous avons vue se détacher de la périphérie de l'embryon du *Tænia bacillaris* représente morphologiquement la couche cellulaire qui fournit la membrane ciliée de l'embryon des Bothriocéphales. Seulement, cette couche cellulaire ne donne pas naissance ici à une robe ciliée, mais bien à une simple membrane sans structure. Cela se conçoit : il est probable que ce n'est point par

l'eau que cet embryon doit arriver à l'animal où il doit continuer son évolution. Après avoir donné naissance à cette membrane anhiste, les cellules se flétrissent absolument comme cela a lieu chez les Bothriocéphales.

Ce fait montre l'identité parfaite de développement entre les Téniens et les Bothriocéphalides, et il a une importance considérable au point de vue de l'application que l'on a faite, dans ces derniers temps, de l'embryogénie à l'étude de la dérivation des types.

Il est nécessaire de faire un pas en arrière et de revenir un instant aux bâtonnets que présentait l'œuf au moment où la masse cellulaire a commencé à se diviser en deux couches distinctes (fig. 18 et 19). A ce moment, ces organes avaient une direction rectiligne et ils présentaient partout le même diamètre. Mais bientôt on voit un étranglement apparaître à leur base; leur diamètre diminue dans la partie basilaire et ils s'élargissent, au contraire, dans leur partie terminale. Ils prennent alors l'aspect de vésicules aplaties portées sur un petit pédicule (fig. 20 et 21). En même temps leur consistance diminue et ils semblent se flétrir. Aussitôt que l'œuf a atteint son volume définitif, il semble que ces organes aient joué leur rôle; ils se recoquillent et même quelquefois ils tombent.

Quelle est la signification de ces organes si particuliers qui naissent à la surface de l'œuf, dans le cours du développement embryonnaire, qui se développent rapidement et qui meurent sans avoir joué aucun rôle bien apparent? Le développement de ces bâtonnets montre, à l'évidence, que, au point de vue anatomique, ils ne sont que des expansions, des prolongements de la coque qui ne se racornissent pas en même temps que les autres parties de cette enveloppe de l'œuf.

Quant à la fonction de ces organes, il me semble que le doute n'est guère possible : ils apparaissent quand l'œuf est loin d'avoir atteint son volume définitif, et que sa coque commence à se racornir; ils se flétrissent aussitôt que l'œuf a atteint ses dimensions maxima. Ces organes sont évidemment destinés à permettre l'entrée dans l'œuf du liquide nécessaire au développement de l'embryon, liquide qui ne pourrait pénétrer par la coque durcie et racornie. Au point de vue physiologique, ils sont, relativement au reste de l'enveloppe de l'œuf, ce qu'est une muqueuse absorbante par rapport à la peau.

Des dépendances de la coque qui me paraissent présenter la même signification, mais dont le développement n'a pas été suivi, à ma connaissance, ont été signalés par M. von Siebold chez divers Cestoïdes.

Le *Tœnia variabilis* et le *T. infundibuliformis* produisent des œufs ovales, dont la tunique externe porte à chaque pôle, soit un appendice divisé en filaments grêles (*Tœnia variabilis*), soit un diverticule allongé (*T. infundibuliformis*). L'enveloppe extérieure des œufs du *Tœnia cyathiformis* entoure une membrane intérieure qui a une forme de poire, et offre deux appendices vésiculeux à sa petite extrémité. Chez le *Tœnia inflata*, l'enveloppe extérieure de l'œuf est pourvue de deux énormes prolongements latéraux.

Solenophorus megacephalus. — Dans l'intestin du Python, on trouve en abondance un Cestoïde remarquable qui, à diverses reprises, a attiré l'attention des helminthologistes. J'ai eu l'occasion d'étudier cet animal, dont l'œuf présente des particularités intéressantes. Les œufs, de forme ovale, se font d'abord remarquer par leurs dimensions considérables. Les plus jeunes, que j'ai pu découvrir, renfermaient une masse cellulaire centrale, qu'entourait un vitellus transparent, divisé en petites masses arrondies, disposées tout autour de l'embryon. Ces petites masses transparentes tenaient en suspension des corpuscules réfringents (pl. IV, fig. 7), et ces œufs présentaient, à cet état, une analogie frappante avec ceux des Amphistomes, arrivés à un certain degré de développement; c'est surtout à cause de cette particularité que je fais mention ici des œufs du *Solenophorus*. Dans des œufs plus avancés, l'embryon hexacanthe était immédiatement entouré d'une membrane unique, en dehors de laquelle se trouvait le reste du vitellus. Le nombre des petites masses de matières nutritives diminue et en même temps chacune d'elles devient de plus en plus volumineuse; elles s'éclaircissent à mesure que l'embryon grandit et se développe, et elles finissent par se fondre toutes les unes dans les autres.

Je n'ai pas observé ici cette membrane cellulaire dont nous avons signalé l'existence chez le *Tœnia bacillaris*; mais nous devons ajouter qu'à l'époque où nous avons fait ces observations sur les œufs du *Solenophorus*, notre attention n'était pas encore portée sur ce point.

Je résume en quelques mots le résultat de mes recherches sur les Cestoïdes.

I. — FORMATION DE L'OEUF.

Chez les Cestoïdes comme chez les Trématodes deux glandes, un germigène et un vitellogène, concourent à la formation de l'œuf. Le germigène fournit des cellules dont le noyau représente la vésicule germinative, le nucléole, le corpuscule de Wagner des autres animaux; ces cellules protoplasmatiques sont dépourvues de membrane et elles se forment aux dépens d'une masse protoplasmatique commune à noyaux. Le prétendu vitellus, formé d'un amas de matières nutritives, prend naissance dans les cellules des glandes vitellogènes. Quand une certaine quantité de substance nutritive est venue entourer une cellule germinative, une membrane se dépose autour de cet ensemble, et dès lors l'œuf est formé.

II. — COMPOSITION DE L'OEUF.

L'œuf se constitue donc :

1° D'une vésicule germinative, pourvue d'un nucléole;

2° D'une couche de protoplasme qui entoure immédiatement la vésicule germinative et qui forme avec elle la cellule germinative;

3° D'une quantité toujours peu considérable de substances nutritives fournies par le vitellogène;

4° D'une enveloppe unique, produite par sécrétion, et qu'on désigne sous le nom de coque.

Les autres membranes qui entourent l'embryon ne sont pas des dépendances de l'œuf; elles doivent être considérées comme des *membranes embryonnaires*.

III. — DÉVELOPPEMENT DE L'OEUF.

Le développement commence, très-probablement, chez les Cestoïdes comme chez les Trématodes, par la multiplication *par division de la cellule germinative* (*du germe*). Les deux premières cellules embryonnaires se multiplient à leur tour et se nourrissent aux dépens de la matière nutritive de l'œuf, qui finit par être absorbée plus ou moins complétement.

III. — TURBELLARIÉS.

I. — APPAREIL REPRODUCTEUR ET FORMATION DES OEUFS.

C'est chez les vers Trématodes que fut signalée pour la première fois l'existence de deux glandes distinctes, un germigène et un vitellogène, pour l'élaboration des éléments constitutifs de l'œuf. On comprend parfaitement la raison de cette division du travail pour la production des œufs, chez ces êtres chez lesquels chaque œuf a très-peu de chances d'arriver à sa destination, à cause des migrations que doit opérer l'embryon avant d'atteindre le terme de son évolution. Le nombre des œufs produits par chaque individu doit être très-considérable, par conséquent, l'appareil qui les engendre très-perfectionné, et, comme on l'a montré depuis longtemps, la division du travail est le procédé général de perfectionnement employé par la nature aussi bien que par l'homme.

Mais la découverte de M. von Siebold ne devait pas rester un fait isolé dans la science. En 1848 M. Oscar Schmidt [1] montra que l'appareil reproducteur femelle est organisé chez les Turbellariés Rhabdocèles comme chez les Trématodes. Dans l'étude de la formation de l'œuf, il faut séparer les Rhabdocèles des autres Turbellariés, chez lesquels l'appareil sexuel est construit sur un tout autre type.

1° *Rhabdocèles.*

Voici comment M. O. Schmidt s'est exprimé au sujet de cette remarquable organisation de l'appareil femelle de ces animaux : le vitellus s'élabore dans un organe distinct du germigène. Les vitellogènes complétement développés se présentent sous forme de tubes, dans lesquels s'ouvrent des cœcums latéraux pourvus chacun d'un canal excréteur. D'autres fois ils se constituent de petits amas de cellules, entourés d'une membrane commune, et ils présentent alors un petit canal excréteur propre. Celui-ci paraît se former

[1] *Die Rhabdocœlen Strudelwürmer des Süssen Wassers*, von Eduard-Oscar Schmidt. Iéna, 1848, pp. 16 et suivantes.



par la résorption des membranes de grandes cellules primitivement juxtaposées les unes aux autres.

Le vitellus se forme dans des cellules, qui naissent plusieurs à la fois dans une même cellule-mère et qui restent pendant un certain temps entourées par la membrane de celle-ci. Bientôt cette membrane est résorbée; il en est de même de celle des diverses cellules-filles, et la substance vitelline est ainsi mise en liberté.

Le germigène consiste aussi en un tube, mais il est souvent cinquante à soixante fois plus petit que les vitellogènes; il renferme de dix à vingt germes, alignés en une série les uns à côté des autres, de façon à se comprimer mutuellement. Ces germes se constituent essentiellement d'une vésicule germinative, où l'on rencontre le plus souvent une tache germinative plus ou moins apparente, et d'une couche d'une substance finement granuleuse qui entoure immédiatement la vésicule germinative.

Peu de temps après que M. O. Schmidt avait fait connaître ces beaux résultats (1851), parut le magnifique travail de M. Max Schultze [1] qui comprend à la fois une étude anatomique approfondie et de belles recherches zoologiques sur les Turbellariés Rhabdocèles. Ces nouvelles recherches, faites avec tant d'exactitude et de sagacité, vinrent confirmer, en les complétant, les résultats obtenus par M. Oscar Schmidt.

Le germigène, tantôt simple, tantôt double, produit les germes des œufs, qui se constituent d'un protoplasme granuleux, d'une vésicule et d'une tache germinatives. Leur dimension est *minimum* près de l'extrémité en cul-de-sac du canal dont se constitue toujours cet organe; elle est *maximum* près de l'entrée du canal excréteur.

Les vitellogènes, toujours au nombre de deux, sont de longs tubes remplis de cellules et de granulations vitellines. Les deux glandes constitutives de l'appareil femelle s'ouvrent dans une poche commune où leur produit se réunit pour former un œuf, et où une membrane se dépose à la surface du vitellus. M. Max Schultze a démontré chimiquement la nature chitineuse de cette coque.

[1] Max Sig. Schultze, *Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien*, Greifswald, 1851.

M. Claparède a reconnu chez le *Convoluta paradoxa* une disposition bien remarquable de l'appareil sexuel femelle. Les germes se trouvent disséminés dans le parenchyme du corps : « ils sont formés d'une vésicule germinative entourée d'un vitellus incolore. » Plus tard ces germes s'entourent d'un dépôt granuleux formé d'une substance qui doit être morphologiquement comparée au prétendu vitellus que sécrètent les glandes vitellogènes des autres Rhabdocèles. Seulement, chez les *Convoluta* on voit le dépôt secondaire se former autour de chaque ovule, sans qu'il soit possible de reconnaître l'existence de glandes vitellogènes spéciales.

Chez d'autres Rhabdocèles, MM. Claparède et Mecznikow ont trouvé l'appareil femelle organisé sur le type si bien décrit par MM. O. Schmidt et Max Schultze.

Mais plusieurs questions restent encore à résoudre, et d'abord celle-ci : Comment les ovules formés d'un *vitellus incolore* (Claparède), *protaplasme* (Max Schultze), et d'une vésicule germinative, se forment-ils dans le germigène?

J'ai eu l'occasion d'étudier sur les côtes de Bretagne un Rhabdocèle que je crois identique à celui qui a été décrit par M. Claparède sous le nom de *Prostomum Caledonicum*, et l'étude des germigènes de cet animal m'a donné la solution de cet intéressant problème.

Les germigènes, au nombre de deux, consistaient l'un et l'autre en une vésicule arrondie, pourvue d'un canal excréteur (pl. V, fig. 2 *y*, fig. 3 et 4). Dans chacun d'eux on reconnaissait trois ou quatre germes complétement développés, formés d'un corps protoplasmatique, d'une vésicule germinative volumineuse et d'un nucléole réfringent, où l'on pouvait distinguer, d'une manière constante, une tache claire et incolore. Ces germes complétement développés occupent toujours le voisinage de l'embouchure du canal excréteur de la glande, tandis que le fond de l'organe est rempli par une masse incolore et finement granuleuse, tenant en suspension des noyaux cellulaires (jeunes vésicules germinatives) de dimensions variables. Il est clair que c'est aux dépens de ce protoplasme commun à noyaux que se forment les germes, et il est très-probable que ce phénomène se produit, comme chez les Trématodes, à la suite du fendillement, se produisant autour de ces noyaux,

du protoplasme d'abord commun à un grand nombre de cellules. J'ai observé chez un *Macrostomum* nouveau, que je propose de désigner sous le nom de *Macrostomum Claparedii*, le même mode d'oogenèse (pl. 4, fig. 10).

Chez le *Prostomum Caledonicum* le vitellogène est constitué par des tubes anastomosés, dont les parois sont formées d'une couche de cellules (pl. V, fig. 5), à l'intérieur desquelles se développent les éléments réfringents qui représentent les éléments nutritifs du vitellus.

Pour former un œuf complet, le produit des glandes vitellogènes se dépose, chez les Trématodes et les Cestoïdes, autour d'une cellule germinative en une couche plus ou moins épaisse; mais jamais il n'y a fusion entre le protoplasme de la cellule-œuf et les éléments nutritifs du vitellus.

Il n'en est pas ainsi du Rhabdocèle dont il est question. Les canaux excréteurs des germigènes et les vitelloductes s'ouvrent dans une poche arrondie, où nous avons trouvé un œuf dont le protoplasme s'était chargé d'éléments réfringents fournis par le vitellogène, de sorte que la vésicule germinative se trouvait en suspension dans un vrai vitellus, constitué de ses deux parties fondamentales (pl. V, fig. 2). C'est là un fait qui présente une importance capitale pour l'établissement des rapports morphologiques entre l'œuf des animaux inférieurs et celui des animaux supérieurs. D'après les observations de M. Claparède, il n'en est pas ainsi chez le *Convoluta paradoxa :* « l'ovule primitif apparait dans le vitellus de l'œuf comme une tache claire qu'on prendrait volontiers pour la vésicule germinative, bien qu'elle soit dans le fait l'ovule tout entier. »

Je n'ai pu découvrir dans l'ootype du *Prostomum Caledonicum* un œuf complet entouré de sa coque.

Une simplification bien remarquable de l'appareil sexuel des Rhabdocèles se présente dans le genre *Macrostomum.* Le germigène et le vitellogène sont confondus en un même canal, dont la partie supérieure donne naissance aux germes et dont la partie inférieure forme le vitellus. Mais ce qui est surtout à remarquer, c'est qu'ici les germes deviennent eux-mêmes les agents actifs de la formation des éléments nutritifs du vitellus. Ils élaborent eux-mêmes ces éléments. Quand les germes sont arrivés à maturité, ils descendent dans la partie inférieure du tube sexuel, où ils deviennent de vraies cellules sécré-

toires et où ils se chargent d'éléments réfringents. Quand un germe est arrivé à la partie inférieure du tube ovarien, il se sépare par étranglement de la masse protoplasmatique commune et la paroi même du tube ovarien va devenir son enveloppe. Je n'ai pu découvrir autour des œufs du *Macrostomum Claparedii* une coque véritable, et Max Schultze a aussi cherché en vain autour des œufs des *Macrostomum auritum* et *hystrix* une enveloppe chitineuse comme on en trouve chez la plupart des Rhabdocèles.

Chez le *Macrostomum Claparedii*, l'appareil sexuel consiste en un tube aveugle, dont l'extrémité antérieure est remplie d'un liquide protoplasmatique commun, tenant en suspension des noyaux cellulaires, qui sont les vésicules germinatives en voie de formation. Le germigène des *Macrostomum* ne diffère donc en rien d'essentiel de celui des autres Rhabdocèles. Mais chez eux le protoplasme ne se délimite en une couche distincte, autour des vésicules germinatives, qu'après s'être chargé, dans la partie inférieure du canal qui représente le vitellogène, de globules réfringents qui sont les éléments nutritifs du vitellus. Chez le *Prostomum Caledonicum*, cette délimitation du protoplasme autour des vésicules germinatives résulte d'un véritable fendillement de ce liquide visqueux; chez les *Macrostomum*, au contraire, ce phénomène a lieu à la suite d'un étranglement qui apparaît entre deux œufs voisins et qui s'accuse de plus en plus, jusqu'à ce qu'à la fin l'œuf le plus avancé se détache complétement des autres; ceux-ci forment par leur réunion une véritable chaîne en continuité de substance avec le liquide visqueux à noyaux qui remplit l'extrémité en cul-de-sac de la glande.

Chez le *Macrostomum histrix*, des éléments réfringents apparaissent déjà dans le protoplasme des germes, dès la partie supérieure du tube sexuel; mais ces globules deviennent surtout nombreux dans la partie inférieure de l'organe.

Chez la plupart des Rhabdocèles nous trouvons donc, comme chez les Trématodes et les Cestoïdes, une division complète du travail physiologique; les germes, cellules protoplasmatiques dépourvues de membrane, se forment dans une glande spéciale; les éléments nutritifs du vitellus dans une autre glande. Dans le *Macrostomum auritum* et le *Macrostomum Claparedii*, les deux organes tendent à se confondre en un seul, et les germes deviennent

les agents actifs de la sécrétion des éléments nutritifs. Une partie du tube sexuel sert à élaborer les germes; dans une autre se forment les éléments nutritifs du vitellus. Chez le *Macrostomum histrix,* non-seulement les organes, mais les fonctions sont confondues. Les germes et les éléments vitellins nutritifs se forment en même temps.

L'appareil sexuel des *Macrostomum* fait ainsi la transition entre l'appareil femelle à double glande des Rhabdocèles et l'ovaire simple des Dendrocèles et des Némertiens.

2° *Dendrocèles.*

M. Max Schultze [1] fit connaître la constitution de l'appareil reproducteur chez les Planaires, et tout dernièrement M. Keferstein a repris l'étude de cet appareil dans un très-beau travail, traitant de l'anatomie et de l'embryogénie de quelques Planaires marines [2]. Je résumerai les observations que j'ai eu l'occasion de faire sur le *Polycelis lœvigata,* que l'on trouve abondamment sur les côtes de Bretagne. Elles confirment en tous points celles de mes devanciers. Les œufs se forment dans de petites capsules distinctes, réparties en grand nombre dans la cavité du corps entre les cœcums transverses de l'estomac; et quand ils sont arrivés à maturité, ils pénètrent dans un canal qui doit être considéré comme matrice.

Chaque capsule est circonscrite par une membrane bien distincte et renferme, quand elle est jeune, un liquide granuleux, de nature protoplasmatique, tenant en suspension un certain nombre de noyaux à nucléoles, qui sont de jeunes vésicules germinatives. Cette masse granuleuse à noyaux occupe une partie seulement de la cavité des capsules ovariennes, arrivées à l'époque de leur activité sexuelle, l'autre partie étant occupée par un ou deux œufs. Pour la formation de ces œufs, une partie du liquide protoplasmatique se délimite autour d'une vésicule germinative, en se différenciant du reste, et se charge ensuite de globules vitellins. Ici encore ce sont les germes isolés eux-mêmes qui font fonction de cellules sécrétoires des éléments nutritifs du vitellus. En étudiant comparativement l'appareil généra-

[1] *Bericht über einige in Herbst* 1853 *an der Küste des Mittelmeeres angestellte zootomische Untersuchungen.* Verh. der phys. med. Ges. in Würtzburg. Bd. IV, 1854, p. 22.

[2] *Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger Seeplanarien,* Göttingen, 1868.

teur femelle dans les différents groupes de Turbellariés, nous n'avons pas tardé à reconnaître l'extrême analogie qui existe, tant pour la composition de cet appareil que pour le mode de formation des œufs, entre les différentes divisions de cette classe. Entre une capsule ovarienne d'une Planaire et l'appareil femelle du *Macrostomum Claparedii*, tel que nous l'avons fait connaître, ou du *Macrostomum histrix*, tel qu'il a été décrit par M. Max Schultze, il n'y a, pour ainsi dire, pas de différence : il est impossible de ne pas reconnaître ces analogies au premier coup d'œil. Si, au lieu d'avoir deux ovaires, les *Macrostomum* en possédaient une centaine, tous organisés comme celui qu'on y trouve réalisé, ils auraient l'appareil femelle constitué comme celui des Planaires. On pourrait traduire en d'autres mots ces analogies en disant que les *Macrostomum* ont deux capsules ovariennes et que les Panaires en ont un nombre plus ou moins considérable, quelquefois des centaines. On trouve donc chez les *Macrostomum* la transition entre l'appareil générateur des Rhabdocèles et celui des Dendrocèles ou Planaires.

3° *Némertiens.*

J'en viens maintenant au groupe des Némertiens, si remarquable à tant de points de vue et, en particulier, par la constitution de leur appareil sexuel.

Mais avant de passer aux Némertiens proprement dits, nous devons dire un mot d'un animal très-intéressant, trouvé dans l'eau douce, aux environs de Greifswald, par M. Max Schultze, qui le décrivit sous le nom de *Prorhynchus stagnalis* [1].

L'appareil sexuel des Rhabdocèles, comme celui des Trématodes et des Cestoïdes, est formé d'un germigène et d'un vitellogène. Chez ces derniers, le produit des glandes vitellogènes ne s'unit jamais au protoplasme de la cellule-œuf; il en reste toujours nettement séparé, formant dans l'œuf, autour de la cellule-œuf, une couche parfaitement distincte. Chez les Rhabdocèles, au contraire, le produit du vitellogène s'unit et se mélange, quelquefois du moins, sinon toujours, au protoplasme de la cellule germinative, et le vitellus résulte de la fusion des produits des deux glandes. Dans les *Macrostomum*

[1] Max Sig. Schultze, *Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien*, pp. 59 et suivantes.



les éléments nutritifs du vitellus ne sont pas élaborés dans des cellules vitellines distinctes, *mais par la cellule-œuf* elle-même. Nous trouvons chez le *Prorhynchus* la transition entre ces deux modes de formation des éléments du vitellus : une partie des globules vitellins se forme à l'intérieur même du protoplasme de la cellule-œuf, une autre partie prend naissance dans des cellules vitellines distinctes. Celles-ci, encore pourvues de leur noyau, s'appliquent sur la cellule-œuf.

Par la constitution de son appareil femelle, qui se réduit à un tube aveugle dont l'extrémité en cul-de-sac donne naissance aux germes, tandis que la partie inférieure fournit les éléments nutritifs du vitellus, le *Prorhynchus* établit le passage des Rhabdocèles à double glande aux Némertiens à glande simple.

Il n'y a qu'un pas des *Prorhynchus* aux *Dinophilus*. Ce genre, établi par M. Oscar Schmidt, se distingue, entre autres caractères, par un appareil femelle constitué de quatre capsules ovariennes. Il est extrêmement abondant à Ostende, à certains moments, dans les eaux des huîtrières, et il est très-facile de l'étudier. Dans les jeunes individus, on trouve ces petites poches remplies d'un liquide granuleux, tenant en suspension, spécialement d'un côté de la glande, de petits noyaux transparents à nucléole, qui doivent devenir les vésicules germinatives. Plus tard, le protoplasme se fendille autour des vésicules; le jeune œuf se trouve alors au côté opposé de la capsule, et là il se charge d'éléments réfringents, remarquables par leur belle coloration rouge. On peut donc distinguer encore, à ce moment, deux parties dans chaque capsule ovarienne : un germigène, représenté par cette partie de la petite capsule qui reste claire et incolore, et un vitellogène, où les jeunes œufs se colorent en rouge, parce qu'ils y élaborent à leur intérieur des éléments vitellins fortement colorés. Les fonctions sont encore localisées.

Les œufs finissent par remplir complétement les petites capsules qui sont alors évacuées et suspendues à des plantes, généralement des conserves, et c'est à leur intérieur que l'embryon accomplit son évolution. Un certain nombre d'œufs sont donc entourés par une membrane commune, qui présente la forme de la capsule où ils ont pris naissance. Pour le mode de formation de l'œuf, aussi bien que pour sa constitution, les *Dinophilus* se rapprochent

considérablement des *Prorhynchus*, qui font la transition aux Rhabdocèles, et, au fond, leur appareil sexuel est identique à celui des Némertiens dont nous allons nous occuper.

Dans les vrais Némertiens, les sexes sont séparés, tandis qu'ils sont réunis chez tous les Planariens. Les organes reproducteurs des Némertiens ont été l'objet de recherches nombreuses. Rathke [1], De Quatrefages [2], Frey et Leuckart [3], Max Schultze [4], P.-J. Van Beneden [5] et Keferstein [6] ont successivement étudié la constitution de l'appareil, dans les divers genres dont se constitue ce groupe naturel.

Nous avons fait nos observations sur une espèce du genre *Tetrastemma*, qui se rencontre assez souvent sur les tiges de Campanulaires et de Sertulaires sur la côte d'Ostende.

On trouve dans toute la longueur du corps, entre les cœcums latéraux du tube digestif et immédiatement sous la peau, des organes ayant la forme de vésicules ovoïdes, dans lesquelles se forment les œufs. On en trouve à différents degrés de développement : les plus jeunes d'entre elles sont remplies d'un liquide granuleux, de nature protoplasmatique, tenant en suspension des vésicules transparentes à nucléoles, qui doivent devenir les vésicules germinatives.

A côté de ces capsules on en observe d'autres, où, à côté du protoplasme à noyaux, on reconnaît distinctement de jeunes œufs, formés du même protoplasme, parfaitement transparent, et d'une vésicule germinative qui ne diffère des noyaux, dont nous avons signalé la présence dans les toutes jeunes capsules, que par des dimensions un peu plus considérables.

Plus tard, il se dépose dans le corps protoplasmatique de ces jeunes œufs des éléments réfringents, qui sont les éléments nutritifs du vitellus. Le volume des différents œufs augmente de plus en plus, et en même temps

[1] Rathke, *Neueste Schriften der Naturforsch. Gesellsch. in Dantzig*. Bd. III; Helft., 4, 1842.
[2] De Quatrefages, *Mémoire sur les Némertiens*. Ann. sc. nat., t. VI; 1846.
[3] Frey und Leuckart, *Beiträge zur Kentniss wirbelloser Thiere*. Braunschweig; 1847.
[4] Max Schultze, *Zeitschrift für wiss. Zool.* Bd. IV; 1852.
[5] P.-J. Van Beneden, *Mém. de l'Acad. roy. de Belgique*. T. XXXII; 1861.
[6] Keferstein, *Zeitschrift für wiss. Zool.* Bd. XII; 1863.

ils deviennent plus opaques. Dans les capsules les plus développées, les différents œufs ont à peu près atteint le même volume et ils remplissent les sacs ovariens fortement dilatés.

Dans ce Némertien donc, comme dans les différents groupes que nous avons examinés, les germes, cellules protoplasmatiques primitivement dépourvues de membrane cellulaire, se développent aux dépens d'une masse protoplasmatique commune, qui tient en suspension un certain nombre de noyaux. Mais d'où vient ce protoplasme commun et quelle est sa signification? Nous avons observé dans le *Tetrastemma obscurum* de toutes jeunes capsules, où il n'était possible de reconnaître qu'un très-petit nombre de noyaux, et l'on découvre toutes les transitions possibles, entre la capsule ovarienne remplie d'œufs complétement développés et de simples cellules protoplasmatiques pourvues de deux ou trois noyaux. Je n'ai pas pu découvrir de cellule à noyau simple, que l'on pût considérer comme le point de départ des capsules ovariennes; mais j'ai trouvé une toute jeune vésicule ne renfermant que deux noyaux cellulaires, et il n'est pas douteux pour moi que le protoplasme commun à noyaux, aux dépens duquel se forment les ovules, ne soit primitivement le contenu d'une cellule ordinaire, dont le noyau se multiplie rapidement, en même temps que la cellule prend des dimensions de plus en plus considérables. Comment ce noyau se multiplie-t-il? C'est ce que je ne pourrais dire : jamais je n'ai trouvé chez ces Turbellariés de noyau en voie de multiplication par division; mais j'ai constaté cette division dans d'autres groupes, et, en particulier, chez le *Distoma Cygnoïdes* de la grenouille. Aussi j'ai la conviction intime que les capsules ovariennes des Turbellariés ne sont que des cellules considérablement agrandies, dont le noyau s'est multiplié, et peut-être est-ce par division que cette multiplication s'effectue.

Plusieurs naturalistes ont observé que tous les œufs contenus dans une même capsule ovarienne sortent à la fois par déhiscence de la peau; mais le phénomène de la ponte a été spécialement étudié par M. Max Schultze, qui l'a décrit avec tous ses détails et qui a donné un grand nombre de renseignements très-intéressants sur les membranes de l'œuf.

Quand l'animal va pondre ses œufs, il se recouvre d'une sorte de mucosité transparente, qui se dépose sur toute sa surface, sauf sur la tête et l'extré-

mité postérieure de son corps. C'est dans cette mucosité que viennent s'accumuler les œufs. Tous les œufs qui ont pris naissance dans un même sac ovarien restent réunis et entourés d'une membrane commune, qui a la forme de l'ovaire et qui, à cause de sa nature chitineuse, doit être regardée comme une véritable coque.

Les différents œufs sont séparés les uns des autres par une substance transparente commune, qui doit être considérée comme répondant à l'albumen de l'œuf des oiseaux. Dans le *Tetrastemma obscurum,* les différents œufs sont entourés d'une enveloppe propre; mais il nous serait impossible de dire si cette membrane doit être considérée comme un chorion, ou si elle est une membrane vitelline.

Les œufs se forment donc chez les Némertiens comme chez les *Dinophilus,* et leur appareil reproducteur est organisé de la même manière; seulement, au lieu d'avoir quatre ovaires, ils en ont un nombre énorme.

CONCLUSIONS.

Je résume en deux mots :

1° Chez les Turbellariés on trouve tous les passages entre un appareil femelle à deux glandes et un ovaire simple;

2° Les organes reproducteurs si différents, si l'on observe séparément les divers groupes, peuvent être dérivés les uns des autres : on voit le trait d'union qui les unit, si l'on étudie comparativement cet appareil dans la série des formes dont se constitue ce groupe naturel.

Nous donnons ici un tableau, résumant ce que nous venons d'exposer relativement aux liens qui unissent les divers appareils dans l'ordre des Turbellariés.

Rhabdocèles.

Macrostomum.	*Prorhynchus.*
Dendrocèles.	*Dinophilus.*
	Némertiens.

3° L'ovule se forme de la même manière chez tous les Turbellariés :
Primitivement les vésicules germinatives sont tenues en suspension dans

un liquide visqueux, transparent, finement granuleux : c'est du protoplasme. Les germes se forment aux dépens de ce protoplasme à noyaux, qui n'est autre chose que le contenu d'une cellule considérablement agrandie, dont le noyau s'est multiplié, et qui se fendille autour des vésicules germinatives, de façon à donner naissance à un grand nombre de cellules-filles; puis, il se charge d'éléments vitellins réfractant fortement la lumière, qui, tantôt se développent dans une glande distincte, tantôt prennent naissance dans l'organe même où se sont formées les parties essentielles de l'œuf.

Nous l'avons dit, ces granules ou corpuscules vitellins sont engendrés, chez la plupart des Rhabdocèles, dans des cellules épithéléales, qui, généralement, ne mettent en liberté leur produit qu'après la résorption de leurs parois, ce qui a lieu dans les glandes mêmes où ces cellules ont pris naissance. Ils peuvent être alors absorbés isolément par le protoplasme de la cellule-œuf (*Prostomum caledonicum*). Mais il arrive aussi que les cellules chargées d'éléments nutritifs vont s'appliquer sur une cellule germinative, et que leur désorganisation ne se produit que plus tard (*Prorhynchus*).

Chez les Dendrocèles et les Némertiens, les éléments vitellins sont élaborés directement dans le protoplasme de la cellule-œuf, et dans le *Prorhynchus,* on trouve la transition entre ces deux modes de formation des éléments nutritifs du vitellus : une partie des éléments vitellins se forme dans le protoplasme de la cellule-œuf, une autre partie se forme dans des cellules vitellines distinctes.

L'œuf ainsi constitué s'entoure d'une coque, de nature chitineuse. Quelquefois il existe une coque commune pour deux ou plusieurs œufs [1]. Quelquefois l'œuf s'entoure d'une couche de matière albuminoïde sécrétée par une glande spéciale. M. Keferstein a signalé tout récemment ce fait chez les Planaires. En 1853 M. Max Schultze l'avait observé chez les Némertiens.

[1] Dans le *Vortex Baltica* on trouve toujours deux œufs dans une même coque (Max Schultze, *Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien.* Pl. IV, fig. 2).

Il en existe toujours plusieurs dans une coque commune chez le *Vortex vittata* (P.-J. Van Beneden, *Mém. sur les Turbellariés.* Pl. V, fig. 5).

Le même fait a été observé chez les Némertiens par Max Schultze (*Zeitschrift für wiss. Zool.*) et chez les Dinophilus par O. Schmidt (*Beiträge zur Naturg. der Turbellarien*).



II. — CONSTITUTION DE L'OEUF.

Chez tous les Turbellariés l'œuf est composé des mêmes parties essentielles, qui sont :

1° Une vésicule germinative transparente qui renferme une tache germinative; c'est un petit corpuscule réfractant fortement la lumière, dans lequel on observe souvent une tache claire;

2° Un vitellus où il faut distinguer deux parties bien distinctes : *a.* Un protoplasme, liquide visqueux, transparent, quoique finement granuleux, qui d'abord existe seul autour de la vésicule germinative; *b.* Des éléments réfractant fortement la lumière, des gouttelettes graisseuses et d'autres de nature albuminoïde, qui ne viennent que plus tard charger le protoplasme, en lui enlevant sa transparence et sa clarté; chez quelques Rhabdocèles ces deux éléments semblent rester distincts, comme on l'observe chez les Cestoïdes et les Trématodes (*Convoluta paradoxa* Clprd.);

3° Quant aux enveloppes de l'œuf et à ses parties accessoires, on trouve dans les divers groupes de Turbellariés quelques différences : *a.* Chez les Rhabdocèles, le vitellus est généralement entouré d'une coque chitineuse; tantôt chaque œuf a sa coque propre, d'autres fois plusieurs œufs sont entourés d'une enveloppe commune (*Vortex baltica*); *b.* Dans certains cas, cette membrane chitineuse paraît être remplacée par les parois mêmes du tube ovarien, qui s'étrangle autour de l'œuf et lui sert d'enveloppe. C'est ce qui semble résulter des recherches de M. Max Schultze sur le *Prorhynchus* et sur les *Macrostomum*.

Chez plusieurs Némertiens et, en particulier, chez le *Tetrastemma obscurum*, chaque œuf est entouré d'une membrane, dont la signification n'est pas déterminée.

4° Quelquefois on trouve entre le vitellus et la coque une couche de substance transparente, de nature albuminoïde. Elle a été reconnue par M. Keferstein chez les *Leptoplana tremellaris*, par M. Max Schultze chez plusieurs Némertiens; je l'ai observée chez les *Tetrastemma*.

III. — DÉVELOPPEMENT DES TURBELLARIÉS.

Un nombre assez considérable de travaux ont été publiés sur le développement de ces animaux; mais le but principal de ces recherches a toujours été l'étude du mode de formation des organes et l'examen de la question de savoir si les Turbellariés présentent ou non des métamorphoses et si l'on trouve chez eux des exemples de génération alternante. Ils ont été très-peu étudiés au point de vue histogénique, et c'est précisément cette partie de l'histoire de leur développement qui nous intéresse le plus pour la question qui nous occupe. Ce qu'il nous importe de savoir, c'est la relation qui existe entre l'œuf et les premières cellules de l'embryon, et comment celles-ci dérivent de l'œuf. Quoiqu'aucun travail n'ait été fait à ce point de vue, on trouve cependant, dans différents mémoires, des renseignements importants sur les premiers phénomènes embryonnaires de quelques Turbellariés, et ces données suffisent pour suppléer au manque de recherches personnelles, que le temps et les circonstances ne m'ont pas permis d'effectuer.

1° *Dendrocèles.*

Dans ce groupe rentrent aujourd'hui un nombre assez considérable de genres et, en particulier, le genre *Planaria* qui est un des plus nombreux et des plus intéressants : il comprend des espèces aquatiques et des espèces terrestres; les unes vivent dans l'eau salée, les autres dans l'eau douce; on en trouve beaucoup, surtout dans les contrées tropicales, qui rampent sur le sol humide, tandis que d'autres espèces se rencontrent toujours sur les arbres.

C'est le groupe des Planaires qui a été l'objet du plus grand nombre de travaux embryogéniques. En 1841 M. von Siebold [1] reconnut dans les œufs nouvellement pondus des Planaires d'eau douce des globes vitellins à noyau. C'est par la fusion de ces globes, dit-il, que se forme l'embryon.

En 1854 M. Girard [2] publia des études intéressantes sur le développement

[1] *Ueber die Dotterkugeln der Planarien.* MONATSBERICHT DER BERLIN. AKAD., 1841, p. 83.

[2] *Researches upon Nemerteans and Planarians*, by Ch. Girard. *Embryonic development of Planocera elliptica*, Philadelphia, 1854. M. Girard avait fait des communications moins complètes sur l'embryogénie des *Planocera :*

1° Dans les *Proceed. Amer. Assoc.*, 2d meet. held at Cambridge, 1849.

2° Dans les *Proceed. Boston. Soc. of nat. Hist.*, III, 1850.



de la *Planocera elliptica*. Il a suivi le phénomène du fractionnement dans toutes ses phases et figuré avec une exactitude parfaite tous les états du développement.

M. Girard admet la disparition de la vésicule germinative; elle est remplacée par un corps de nouvelle formation, qui présente les caractères de la vésicule germinative, sauf cependant que ses contours sont moins nets : « In its general appearance this clear space reminds us of the germinative vesicle, from which it differs, however, in not being circumscribed by a defined membrane, whence its vague outline, and also in being proportionnally larger. »

Aussitôt que cette tache s'est divisée en deux portions, le premier globe vitellin se fractionne. Les deux nouveaux globes donnent lieu au même phénomène, et ceci se continuant, il arrive un moment où la membrane de l'œuf est remplie de globes très-petits à noyaux, qui finissent par se fondre en une masse commune, et l'œuf rentre dans son état primitif. Un temps de repos s'établit alors; puis, le vitellus s'éclaircit à sa surface, tandis que de grandes cellules apparaissent au centre; la périphérie se couvre de cils vibratiles et l'embryon est formé.

Il est bien évident que M. Girard, qui a observé avec beaucoup d'exactitude les premières phases du développement, a mal interprété les phénomènes : il ne comprend pas plus le but du fractionnement, qu'il ne voit la cause de l'éclaircissement du vitellus à la périphérie de l'œuf. Mais l'exactitude avec laquelle il a reproduit tout ce qu'il a vu nous permet d'interpréter les phénomènes, tout aussi bien que si nous les voyions se produire sous nos yeux.

D'abord, quant à la disparition de la vésicule germinative, nous ne pouvons l'admettre. Ce n'est pas ici la place de donner toutes les raisons qui nous portent à croire que sa disparition, chez les Turbellariés aussi bien que dans les autres groupes où on l'a admise, n'est pas une réalité, mais une simple apparence; qu'il nous suffise de dire que M. Keferstein a constaté chez des Planaires très-voisines de celle que M. Girard a observée la division de la vésicule germinative. Et le savant américain lui-même a observé la division de ce qu'il appelle « *clear space*. » Mais il croit que la vésicule germinative disparaît d'abord pour être remplacée par cette tache claire.

M. Girard ne voit aucune corrélation entre le fractionnement du vitellus et la formation de l'embryon; mais il est parfaitement établi aujourd'hui que le fractionnement n'est qu'une première phase de la formation du blastoderme [1]; que chaque globe vitellin est une cellule chargée d'éléments nutritifs qui, à la fin du fractionnement, se séparent du protoplasme de la cellule et se portent au centre de l'œuf, tandis que les cellules vont former à la périphérie une zone claire, que M. Girard a fort bien vue, mais sans comprendre ni la manière dont elle se forme, ni sa constitution, ni sa signification.

Les grandes cellules, qu'il fait paraître au centre de l'œuf, ne sont que des masses vitellines résultant du phénomène du *fendillement*. Ces corps arrondis n'ont aucun des caractères d'une vraie cellule.

En 1865 parut un travail posthume de M. Knappert sur le développement des Planaires d'eau douce [2]. Cet excellent observateur reconnut la division du vitellus; il observa que quand l'œuf s'est divisé en trente-deux globes, on distingue une couche périphérique plus claire, formée de petites vésicules qui lui ont paru n'être que les portions externes des globes, opaques dans leur partie centrale. M. Knappert n'a pas suivi plus loin le développement : « Omtrent dit ontwikkelingstijdperk in meer bijzonderheden te treden, zou, naar mijne wijze van zien, voorbarig en gewaagt zijn. » Et, se bornant à l'exposé des faits, il ne tente pas de donner une explication des phénomènes qu'il a vus se produire sous ses yeux.

Cette observation doit être rapprochée de celle que nous avons faite, M. Émile Bessels et moi [3], sur les crustacés Amphipodes, les Chondracanthes et les Copépodes, et l'explication que nous avons donnée du phénomène rend parfaitement compte de ce qui se passe ici.

J'ai exposé plus haut comment l'œuf se forme chez les Planaires et comment, dans le protoplasme parfaitement transparent et homogène, qui entoure

[1] Édouard Van Beneden et Émile Bessels, *Mémoire sur la formation du blastoderme chez les Amphipodes, les Lernéens et les Copépodes*, Mém. cour. et des sav. étr. de l'Acad. roy. de Belgique, t. XXXIV.

[2] Knappert, *Bijdragen tot de ontwikkelings- geschiedenis der zoetwater Planarien*; Utrecht, 1865.

[3] Édouard Van Beneden et Émile Bessels, *ibid.*



primitivement la vésicule germinative, se déposent successivement des éléments nutritifs réfringents. La cellule-œuf se divise, et chaque globe vitellin est comme l'œuf primitif une cellule chargée d'éléments hétérogènes. A la fin du fractionnement, les éléments nutritifs, en suspension dans le protoplasme des cellules-globes, se portent au centre de l'œuf, et il ne reste à la périphérie qu'une zone protoplasmatique claire, formée de cellules qui sont tout simplement les globes vitellins débarrassés des éléments nutritifs dont leur protoplasme était chargé.

Tout dernièrement parut le beau travail de M. Keferstein sur l'anatomie et l'embryogénie des Planaires marines, dont nous avons déjà eu plusieurs fois l'occasion de parler.

Le savant professeur de Göttingen a suivi chez le *Leptoplana tremellaris* le fractionnement du vitellus et la formation du blastoderme. Après la division de la vésicule germinative, l'œuf se divise en deux globes qui se fractionnent bientôt eux-mêmes. A ce moment, on voit les quatre globes donner naissance à un bourgeon clair et finement granuleux; ces bourgeons se séparent par étranglement des globes primitifs et ils constituent quatre petits globes transparents, à côté des quatre globes primitifs beaucoup plus volumineux et beaucoup plus opaques. Les quatre petits globes se multiplient et se divisent, tandis que les quatre grands restent stationnaires. Les cellules, résultant de la division des quatre petits globes, forment une zone cellulaire qui s'étend de plus en plus et qui finit par entourer complétement les quatre grands; dès lors le blastoderme est formé.

Il est clair pour nous, que les quatre petits globes sont formés par la substance protoplasmatique qui se sépare des éléments vitellins, dès le début du fractionnement. Ils sont les quatre premières cellules du blastoderme, qui se multiplient et constituent une zone cellulaire, qui s'étend progressivement et finit par englober entièrement la matière nutritive condensée dans les quatre grands globes.

Le phénomène décrit par M. Keferstein avait été observé dès 1851 par M. Girard chez le *Polycœlis variabilis* [1]. Tout dernièrement le fraction-

[1] *Researches upon Nemerteans and Planarians*, by Ch. Girard; Philadelphia, 1854.



nement total du vitellus a été reconnu chez le *Polycœlis Laevigatus* par M. Léon Vaillant [1]. Il n'a rien ajouté aux faits observés par les naturalistes dont nous venons de citer les travaux, au moins pour ce qui regarde le développement des Planaires.

2° *Rhabdocèles.*

On connaît très-peu de chose sur les premiers phénomènes embryonnaires de ces animaux. M. O. Schmidt, le seul, à notre connaissance, qui en dise un mot, a constaté que les œufs des Rhabdocèles, chez lesquels il avait reconnu l'appareil femelle constitué de deux glandes distinctes, présentent le phénomène du fractionnement total du vitellus. C'est un fait extrêmement important à enregistrer. Il montre bien que le produit du vitellogène n'est point l'analogue de l'albumen de l'œuf des oiseaux, mais qu'il représente véritablement une partie du vitellus.

3° *Némertiens.*

Le fractionnement total du vitellus a été observé chez les *Dinophilus* par M. Oscar Schmidt [2] et M. P.-J. Van Beneden [3]. Le même phénomène a été observé par M. Van Beneden chez le *Polia involuta*, ce Némertien si singulier qui vit dans une gaine membraneuse, au milieu des œufs que le *Cancer mœnas* porte sous l'abdomen [4]. M. Max Schultze à vu la segmentation se produire avec une régularité remarquable chez plusieurs Némertiens de la mer Baltique; il proteste énergiquement contre l'opinion émise par M. Desor, qui avait cru observer que ce phénomène se produit chez les Némertes avec une grande irrégularité [5].

[1] *Remarques sur le développement d'un Planariée dendrocèle*, par M. Léon Vaillant; Montpellier, 1868.

[2] O. Schmidt, *Neue Beiträge zur Naturgeschichte der Wurmer.* — Iena, 1848, p. 8.

[3] P.-J. Van Beneden, *Recherches sur les Turbellariés*, t. XXXII des Mém. de l'Acad. royale de Belgique, p. 29.

[4] *Ibid.*, p. 21.

[5] *Zeitschrift für wiss. Zool.*, Bd. IV, pp. 180 et 181.

Aucun de ces naturalistes ne s'est prononcé sur la relation existant entre les globes vitellins et les premières cellules du blastoderme. N'ayant aucunement pour but l'étude de l'histogénie de ces animaux, ils ne se sont guère occupés de la question de savoir quelle relation existe entre les cellules blastodermiques et les globes vitellins. Il me semble qu'on peut admettre très-rationnellement qu'il existe ici, entre les globes vitellins et les premières cellules embryonnaires, la même relation qui unit les globes aux cellules chez les autres animaux où le fractionnement se produit, et, en particulier, chez les Planaires. Cela est d'autant plus plausible, que chez l'embryon des Némertiens, aussi bien que dans celui des Planaires, une couche cellulaire ciliée entoure une masse de substances nutritives, qui, comme chez les Planaires, n'est que la substance nutritive du vitellus.

IV. — NÉMATODES.

Parmi les animaux où l'existence d'une double glande pour la formation des œufs a été signalée se trouvent encore les Nématodes. Il est vrai, les deux glandes ne constituent pas chez ces animaux deux organes distincts, comme chez les Trématodes, les Cestoïdes et beaucoup de Turbellariés; un même tube donne naissance à toutes les parties de l'œuf; mais dans ce tube il y a néanmoins diverses parties à distinguer; il y a division du travail : la portion terminale, en cul-de-sac, sert à la formation des germes, tandis que, dans une partie située à une certaine distance de l'extrémité du cul-de-sac, est localisée la fonction de la formation des éléments nutritifs du vitellus. Nous trouvons donc ici une division réelle du travail physiologique, en même temps qu'une tendance à la fusion des organes, et, à ce point de vue, l'appareil sexuel des Nématodes fait la transition entre un appareil à double glande et un ovaire simple.

La connaissance de cet appareil sexuel et l'étude de la formation de l'œuf chez ces animaux nous fourniront des résultats intéressants pour la solution de la question qui nous occupe : montrer les analogies et les différences qui existent entre le mode de formation et la constitution de l'œuf chez les animaux où une double glande concourt à sa production, et ceux où l'œuf

se forme dans un organe unique, comme c'est le cas pour les mammifères et les oiseaux.

L'étude de la formation de l'œuf exige la connaissance préalable de la constitution de l'appareil où il prend naissance; et cette étude est d'autant plus nécessaire ici que plusieurs travaux récents ne font plus mention de cette division de l'ovaire en deux glandes distinctes. La connaissance de la composition et de la structure de l'ovaire est aussi indispensable, pour l'étude du mode de formation de l'œuf, que celle des premiers phénomènes embryonnaires pour la détermination de la signification des divers éléments qui le constituent. Nous aurons donc à examiner :

1° La constitution de l'appareil femelle;

2° Le mode de formation de l'œuf et sa constitution;

3° Les premières phases du développement;

4° La signification des divers éléments constitutifs de l'œuf. Ce dernier point sera traité dans la seconde partie de ce mémoire.

I. — APPAREIL FEMELLE.

Les anciens helminthologistes, comme Tyson, Redi Werner, Rudolphi et Cloquet, ont fait successivement l'étude macroscopique de l'appareil sexuel des Nématodes. Ils ont montré que cet appareil se constitue généralement de deux cœcums plus ou moins allongés, se confondant près de l'ouverture sexuelle en un canal excréteur commun; mais ils ne se sont guère occupés de l'étude des produits des glandes et de la structure de ces organes.

M. von Siebold [1] reconnut bientôt la nécessité d'employer le microscope, qui venait de subir de grands perfectionnements, pour l'étude anatomique de cet appareil, et, dès 1837, il donna des notions assez exactes sur le mode de formation des œufs chez les Nématodes. Dans son anatomie comparée [2] il admet qu'il faut distinguer dans le tube sexuel des Nématodes quatre parties distinctes, l'ovaire, l'oviducte, l'utérus et le vagin.

Mais les divisions de M. von Siebold ne reposaient que sur des considé-

[1] Von Siebold dans *Burdach s' Physiologie*. Trad. franç. 1838, t. III, p. 59.

[2] Von Siebold. *Anatomie comparée*. Trad. franç. 1849, t. I, p. 151.

rations physiologiques; M. Meissner [1] y distingua six parties distinctes : le germigène, le vitellogène, l'albuminigène, l'oviducte, l'utérus et le vagin; en même temps il montra que la structure des parois du tube sexuel n'est pas la même dans toute son étendue et il s'efforça de démontrer que ces différences sont directement en rapport avec le rôle physiologique attribué aux différentes parties du tube sexuel. Bisschoff [2] reconnut le premier que les grandes cellules épithéléales de l'oviducte et de l'utérus présentent des prolongements singuliers, qu'il désigna sous le nom de conules épithéléaux, et il soutint tout à fait à tort (ce qui donna lieu à une discussion célèbre) que les prétendus spermatozoïdes, dont Nelson et Meissner avaient signalé l'existence dans l'oviducte de l'*Ascaris mystax*, du *Mermis albicans* et de beaucoup d'autres Nématodes, n'étaient que des conules épithéléaux détachés des cellules qui leur avaient donné naissance.

Dans ces derniers temps les Nématodes ont été l'objet de nombreuses recherches, et nous citerons avant tout celles de MM. Claparède [3], Munck [4], Eberth [5], Schneider [6] et Leuckart [7], d'où il résulte clairement que l'appareil sexuel femelle des Nématodes consiste en un tube unique partant de la vulve, qui, à une certaine distance de l'ouverture sexuelle, se divise généralement en deux branches terminées en cul-de-sac. Quelquefois, au lieu de deux, on trouve trois, quatre et même cinq cœcums. Dans chacun d'eux il faut distinguer quatre parties distinctes : le *vagin*, l'*utérus*, l'*oviducte*, faisant en même temps fonction de *vésicule séminale*, enfin l'*ovaire*.

1° Le *vagin* se constitue d'une membrane anhiste, qui est en continuité,

[1] *Beiträge zur Anatomie und Physiologie von Mermis albicans.* — Zeitschrift für wiss. Zool. Bd. 5. 1853.

[2] *Wiederlegung des von Dr Keber bei den Najaden und Dr Nelson bei den Ascariden behaupteten Eindringens der Spermatozoiden in das Ei.* Giessen, 1853.

[3] Éd. Claparède, *De la formation et de la fécondation des œufs chez les vers Nématodes.* Genève, 1859, p. 14.

[4] *Ueber Ei-und Samenbildung und Befruchtung bei den Nematoden*, von Hermann Munck. Zeitschrift für wiss. Zool., 1858.

[5] J. Eberth, *Die Generationsorgane von Trichocephalus dispar.* Zeitschrift für wiss. Zool., t. X, 1860, pp. 383 et suivantes, pl. XXXI.

[6] Schneider, *Monographie der Nematoden.* Berlin, 1866.

[7] Leuckart, *Die menschlichen Parasiten*, 2de Bd., 1re Lief. Leipzig et Heidelberg, 1867.

à la vulve, avec la cuticule externe de la peau. J'ai représenté (pl. V, fig. 17) une coupe du vagin du *Dacnites du congre*. On y reconnaît parfaitement cette membrane, qui circonscrit la cavité du vagin; immédiatement en dehors on trouve une couche d'un tissu finement granuleux, tenant en suspension des noyaux. Elle est recouverte à l'extérieur par une couche de fibres musculaires, les unes, longitudinales, les autres, circulaires. Quelquefois les fibres circulaires manquent (Strongylus, Schneider);

2° et 3° *Les parois de l'utérus et de l'oviducte* se constituent d'une seule couche de cellules, supportées par une membrane externe sans structure. Ces cellules donnent naissance à des prolongements, que Bisschoff a désignés sous le nom de *conules épithéléaux*. Ces productions épithéléales, généralement obscurcies par la présence à leur intérieur de granules pigmentaires, varient beaucoup de forme et de grandeur, dans les différents groupes. La figure 18 de la planche V représente une coupe du tube sexuel du *Dacnites* faite au niveau de cette région de l'oviducte, où séjournent les spermatozoïdes (préparation alcoolique). En général, l'utérus et l'oviducte sont recouverts extérieurement par une couche musculaire, qui cependant vient à manquer dans certains cas. M. Schneider n'a pas reconnu de traces de cette couche musculaire dans les genres Leptodera et Pelodera.

4° La structure de la paroi de l'ovaire est parfois identique à celle des testicules : formées l'une et l'autre d'une membrane anhiste, elles s'épaississent généralement à l'extrémité en cul-de-sac et renferment souvent dans cet épaississement un noyau de cellule. Généralement cette membrane présente à sa face interne un revêtement épithéléal (Stroma, Schneider) dont la forme et le développement varient considérablement. Le plus souvent les noyaux seuls sont nettement reconnaissables; c'est le cas, par exemple, dans le genre *Dacnites*. On trouve immédiatement sous la membrane anhiste des noyaux qui, par leur opacité, se distinguent nettement des jeunes vésicules germinatives. Le plus souvent, ce revêtement cellulaire atteint son maximum de développement à l'extrémité même du tube sexuel; M. Schneider signale des Nématodes où ce stroma remplit complétement la partie terminale du testicule ou de l'ovaire (*Leptodera appendiculata*); d'autres fois, c'est dans le vitellogène qu'elle prend un certain degré de développement. Chez les Asca-

rides, elle se constitue de cellules ayant la forme de bandelettes allongées, terminées en fibrilles et disposées parallèlement les unes à côté des autres. Quelquefois on distingue nettement leur noyau; d'autres fois, il n'est guère possible de le reconnaître.

L'ovaire, comme le testicule, renferme à son intérieur une substance fondamentale, granuleuse, tenant en suspension des noyaux de cellules. Souvent le revêtement épithéléal est nettement séparé de la masse germinative; mais ce n'est pas le cas chez les *Dacnites* et plusieurs autres Nématodes.

Nous n'avons trouvé chez les *Cucullanus* aucune trace de ce revêtement épithéléal de l'ovaire : toute la cavité du tube sexuel est occupée par les germes en voie de développement.

Généralement, les limites des diverses parties du tube sexuel sont marquées à l'extérieur par des incisions ou des rétrécissements du tube, qui peuvent néanmoins manquer quelquefois.

II. — FORMATION DES OEUFS.

Bien des opinions contradictoires ont été émises sur la question de savoir comment se forment les produits sexuels chez les Nématodes : des discussions sur divers points relatifs à la formation des produits sexuels et à la fécondation, qui durèrent pendant plusieurs années et qui ne sont pas closes depuis longtemps, eurent pour résultat d'attirer sur ces animaux l'attention d'un grand nombre de naturalistes; et il en est résulté que l'appareil sexuel des Nématodes et le procédé que suit la nature dans la production des œufs et des spermatozoïdes sont fort bien connus aujourd'hui. MM. von Siebold, Kölliker, Reichert, Nelson, Meissner, Bisschoff, Allen Thompson, P.-J. Van Beneden, Claparède, Munck, Eberth, Leuckart et Schneider ont contribué tous à l'avancement de nos connaissances sur cet appareil, si simple en apparence et, en réalité, si difficile à débrouiller.

Dès 1837, M. von Siebold avait reconnu que l'extrémité aveugle du tube sexuel renferme des vésicules transparentes, et que c'est plus loin seulement que se forme le vitellus. Mais l'illustre helminthologiste ne détermina pas la

signification de ce liquide à vésicules. M. Kölliker [1], le premier, y reconnut des vésicules germinatives, qui, d'après lui, se développaient par formation libre. Reichert [2] les prit pour des cellules complètes et les désigna sous le nom de cellules-mères des œufs, croyant qu'elles se multipliaient par division; tandis que Nelson [3], dans son mémoire sur l'*Ascaris mystax*, les considère comme des vésicules germinatives provenant de granulations tuméfiées. En 1850, M. Meissner [4] émit, sur la question de la formation des œufs, des idées toutes nouvelles. L'extrémité du cœcum ovarien donne naissance à des cellules complètes, qui peu à peu s'écartent du point où elles se sont formées et qui bientôt donnent naissance, à leur surface, à des bourgeons qui sont destinés à devenir chacun un œuf distinct. Ces bourgeons forment une véritable auréole autour de la cellule-mère et restent attachés à celle-ci par un pédicule. Les cellules-mères, superposées les unes aux autres, forment, au centre de l'ovaire, le rachis que Eschricht [5] venait de signaler chez beaucoup de Nématodes, et donnent naissance, à leur intérieur, aux éléments vitellins, qui passent dans les œufs par les pédicules creux qui les rattachent à l'axe central. Le pédicule finit par se rompre, et de là résulte dans la membrane de l'œuf un orifice destiné à permettre l'entrée des spermatozoïdes, un vrai micropyle.

La théorie de Meissner fut combattue par Bisschoff [6] et Allen Thompson [7];

[1] Kölliker, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte wirbelloser Thiere*. MULLER'S ARCHIV., 1843.

[2] Reichert, *Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Samenkörperchen, bei den Nematoden*. MULLER'S ARCHIV., 1847.

[3] Nelson, *The reproduction of the Ascaris mystax. — Philosophical Transactions of the Royal Society*, 1852. Part. II.

[4] Meissner, *Beiträge zur Anatomie und Physiologie von Mermis albicans*. ZEITSCHRIFT FÜR WISS. ZOOL., Bd. V. Déc. 1853, et aussi : *Beobachtungen über das Eindringen der Samenelemente in den Dotter*. ZEITSCHRIFT FÜR WISS. ZOOL., Bd. VI, 1854.

[5] Eschricht, *Froriep's neue Notizen*, 1848. N° 318.

[6] Bisschoff, *Wiederlegung des von Dr Keber bei den Najaden und Dr Nelson bei den Ascariden behaupteten Eindringens der Spermatozoiden in das Ei*, Giessen, 1853. — Aussi *Ueber Ei und Samenbildung und Befruchtung bei Ascaris mystax*. — ZEITSCHRIFT FÜR WISS. ZOOL., 1855.

[7] Allen Thompson, *Ueber die Samenkörperchen, die Eier und die Befruchtung der Ascaris mystax*. ZEITSCHRIFT FÜR WISS. ZOOL., VIII, 1856.

mais c'est surtout à Claparède [1] et à Munck [2] que revient l'honneur d'avoir fait rentrer la science dans la véritable voie, en opposant à la théorie de Meissner des faits observés avec un grand talent et discutés avec une rare sagacité.

Leurs observations sur le mode de formation de l'œuf, fortifiées par celles que M. Eberth [3] fit, peu de temps après, sur les Trichocéphales, reçurent une confirmation complète dans les magnifiques recherches de M. Schneider [4], qui suivit le développement de l'appareil sexuel depuis son apparition, et qui jeta ainsi un jour tout nouveau sur toutes les questions relatives à la reproduction chez les Nématodes. Enfin, M. Leuckart [5], en résumant dans son grand travail : *Die menschlichen Parasiten,* l'état actuel de la science sur l'anatomie, la physiologie et l'embryogénie des vers, est venu confirmer par un grand nombre d'observations propres et par l'autorité de son nom, la plupart des résultats signalés dans les travaux dont nous venons de parler.

Pour procéder méthodiquement dans l'exposition du mode de formation de l'œuf, j'aurais pu exposer les résultats des nombreuses recherches entreprises, dans ces dernières années, sur son mode de formation chez les Nématodes, et faire après cela l'exposé des recherches que j'ai pu faire moi-même. Mais j'ai préféré traiter successivement les diverses questions particulières que comprend le problème si compliqué de la formation de l'œuf chez les Nématodes, en faisant remarquer, dans la solution de chacune d'elles, la part qui revient à chaque auteur.

1° *Quelle est la nature du contenu de la partie terminale de l'ovaire?*

MM. Claparède et Munck ont montré que, chez la plupart des Nématodes, cette partie du tube sexuel est occupée par un liquide fondamental

[1] Claparède, *De la formation et de la fécondation des œufs chez les vers Nématodes*, par Éd. Claparède. Genève, 1859.

[2] Munck. *Ueber Ei und Samenbildung und Befruchtung bei den Nematoden*, von Herm. Munck. Zeitschrift für wiss. Zool., 1858.

[3] Eberth, *Die Generationsorgane von Trichocephalus dispar*. Zeitschrift für wiss. Zool., t. X, 1860.

[4] Schneider, *Monographie der Nematoden*, Berlin, 1866.

[5] R. Leuckart, *Die menschlichen Parasiten*, II[de] Bd. 1[ste] Lief., 1867.



homogène, finement granuleux, toujours transparent et tenant en suspension des noyaux clairs pourvus d'un nucléole. Ces noyaux ne sont pas autre chose que les jeunes vésicules germinatives.

M. Schneider a fait voir que tout l'appareil sexuel des Nématodes provient d'*une cellule primitive*, qui s'allonge en un tube en même temps que son noyau se multiplie. Le tube ovarien des Nématodes a donc la même signification que les capsules sexuelles des Némertiens, qui, d'après mes observations sur le développement de l'ovaire chez le *Tetrastemma obscurum*, ne sont qu'une cellule considérablement agrandie dont le noyau s'est multiplié.

M. Schneider a montré que la cellule qui doit donner naissance à l'ovaire est d'abord arrondie; bientôt elle s'allonge en affectant une forme tubulaire; le tube s'élargit dans la partie médiane, et là le contenu de la cellule primitive commence à se différencier, de façon à former deux couches distinctes dont l'une, externe, qu'il appelle *Stroma*, donne naissance aux cellules épithéléales de l'utérus et de l'oviducte, tandis que la partie médiane, la colonne germinative (*Keimsaüle*), formée du contenu de la cellule primitive tenant en suspension des noyaux, se porte à l'extrémité du tube qui doit devenir l'ovaire. Ce contenu, qui remplit primitivement l'ovaire tout entier, est le même qui se retrouve plus tard dans la partie terminale seulement du tube sexuel; et les premiers œufs se forment aux dépens de ce liquide à noyaux, absolument comme plus tard les œufs se développent aux dépens de la masse protoplasmatique à noyaux qui remplit la portion terminale de l'ovaire.

M. Eberth a montré que le même liquide à noyaux se trouve chez les Trichocéphales, à côté desquels M. Schneider a rangé les Trichosomes et les Trichines. Seulement, chez ces vers cette masse ne remplit pas l'extrémité du cœcum ovarien, mais se trouve dans toute la longueur de l'ovaire. Cependant, au lieu de remplir toute la largeur de cet organe, ce liquide fondamental se trouve déposé à un des côtés seulement; et en supposant qu'il se trouve à droite, l'œuf, en se portant de droite à gauche, passe par les mêmes phases qu'il parcourt chez les autres Nématodes, en se portant d'une extrémité à l'autre du tube sexuel. Les premiers rudiments des œufs se

trouvent à droite de l'ovaire, les œufs mûrs à gauche, tandis que chez les Ascarides et la plupart des Nématodes, les germes se forment à une extrémité du tube sexuel, et les œufs mûrs se trouvent à l'autre extrémité.

Toutes nos observations sur les Nématodes concordent parfaitement avec celles de MM. Claparède, Munck, Schneider et Leuckart, pour ce qui est relatif à la nature du contenu de la partie terminale de l'ovaire. Chez les *Dacnites*, les *Ascaris* et les différentes espèces d'un genre nouveau propre aux poissons Plagiostomes, que nous proposons de désigner sous le nom de *Coronella*, les *Strongylus*, etc., la partie terminale de l'ovaire est remplie, comme chez les Ascarides, de noyaux de cellules, renfermant généralement un petit nucléole réfringent. Ces noyaux sont séparés les uns des autres par un liquide visqueux, finement granuleux et contractile, et sont bien certainement les jeunes vésicules germinatives. D'après toutes les observations que j'ai pu faire chez les Trématodes, les Cestoïdes et les Turbellariés, les jeunes vésicules germinatives sont primitivement suspendues là aussi dans une masse protoplasmatique commune, qui ne se condense et ne se délimite autour des vésicules germinatives que quand ces noyaux cellulaires ont atteint des dimensions assez considérables. Mais primitivement chez les vers Trématodes et les Cestoïdes, aussi bien que chez les Turbellariés et les Nématodes, *les germes, distincts seulement par leur noyau, se confondent par leur contenu en une masse commune.*

Il est remarquable que l'on ne connaisse pas encore positivement par quel moyen les vésicules germinatives se multiplient dans ce liquide fondamental. Chez les Nématodes, je n'ai jamais réussi à voir leur division; mais, chez les Trématodes, j'ai vu très-souvent les noyaux en suspension dans le protoplasme commun se multiplier par division.

Claparède avait remarqué, et j'ai eu plusieurs fois l'occasion de faire cette observation, que le *Cucullanus elegans*, si remarquable par tant de particularités qui lui sont propres, se distingue encore de tous les autres Nématodes en ce que, chez lui, on voit les limites des jeunes ovules *jusque dans le fond même du germigène;* et, d'un autre côté, tandis que chez aucun Nématode il n'est possible d'observer une multiplication des œufs par voie de division, on voit cette division s'effectuer chez les *Cucullanus*, non-seule-

ment à l'extrémité du cœcum ovarien, mais dans toute la longueur de l'ovaire où l'on ne peut distinguer un vitellogène et un germigène, mais qui est germigène dans toute sa longueur (pl. VI, fig. 10, 11 et 16 *d*).

2° *Comment se forment les cellules germinatives, les ovules, et quelle est la signification du rachis qui se rencontre dans l'ovaire d'un si grand nombre de Nématodes?*

Ce sont encore les recherches de MM. Claparède et Munck qui ont montré comment les jeunes œufs se forment aux dépens du liquide fondamental à vésicules germinatives, qui remplit, chez les Nématodes adultes, la partie terminale du tube sexuel.

M. Schneider, en suivant le développement des organes sexuels, a vu les premiers ovules se former aux dépens de la colonne germinative, absolument comme MM. Claparède et Munck l'avaient observé pour la formation des ovules chez les adultes.

M. Leuckart a confirmé par ses propres observations celles qui avaient été faites par MM. Claparède et Munck, d'un côté, par M. Schneider, de l'autre.

Je décrirai le phénomène tel qu'il se produit chez les *Dacnites*. Les observations que j'ai faites sur un bon nombre de Nématodes confirment les recherches de mes devanciers et contribueront à établir l'uniformité complète dans l'oogenèse chez tous les Nématodes.

J'ai vu chez les *Dacnites* les jeunes ovules se former aux dépens du liquide protoplasmatique à noyaux qui occupe l'extrémité aveugle du tube sexuel. A une certaine distance de l'extrémité aveugle du cœcum ovarien, la colonne germinative présente à sa surface des bosselures séparées entre elles par des sillons, qui s'avancent progressivement vers l'axe central de l'ovaire. Si l'on examine le contenu de l'ovaire, soit sur une coupe, soit après avoir déchiré les parois de l'organe à une certaine distance de son extrémité aveugle, on trouve qu'il se constitue d'une masse homogène régulièrement lobulée à sa surface, et que chaque lobe renferme une vésicule germinative (pl. V, fig. 2 et 3). Plus avant dans le vitellogène, les sillons qui séparaient primitivement

les divers lobes, sous forme de simples échancrures, se sont considérablement avancés vers le centre de l'ovaire, et l'on voit alors que chaque lobe est devenu un œuf distinct (pl. V, fig. 4). Tous ces œufs sont portés sur des pédicules autour d'un rachis central. *Le rachis n'est donc qu'un reste, non encore divisé, de la colonne germinative primitive.* A mesure que l'on s'approche de la vésicule séminale, le rachis diminue de volume; les pédicules deviennent de plus en plus grêles et ils finissent par se détacher les uns des autres. L'œuf est alors pyriforme; il se prolonge à sa petite extrémité en un filament qui est le reste du pédicule (pl. V, fig. 6).

Mais bientôt le filament se fond dans la masse de l'œuf, comme les prolongements éphémères que portent par moments les globules blancs du sang ou les spermatozoïdes des Nématodes se refondent au bout d'un certain temps dans la masse commune.

L'œuf prend alors une forme arrondie ou ovale, très-régulière; il passe dans l'oviducte, où des spermatozoïdes l'attendent pour le féconder (pl. V, fig. 8). Les œufs se forment ainsi, chez les *Dacnites,* absolument comme M. Claparède l'a observé chez l'*Ascaris mystax* et l'*Ascaris suilla.*

M. Claparède avait divisé les Nématodes, au point de vue de la formation de l'œuf et de leur disposition dans l'ovaire, en deux types distincts : le premier comprenait tous les Nématodes où les œufs, contenus dans le vitellogène, sont rangés autour d'un rachis médian, comme c'est le cas chez l'*Ascaris mystax,* par exemple. Dans le second type il rangeait les Nématodes dont les œufs sont superposés les uns aux autres et empilés comme des pièces de monnaie. Le *Strongylus auricularis*, l'*Ascaris nigrovenosa*, l'*Ascaris commutata* et l'*Oxyuris spirotheca* sont autant d'exemples de ce second type.

MM. Munck et Schneider ont rejeté avec beaucoup de raison la distinction des deux types proposée par M. Claparède, en montrant qu'elle est purement artificielle, attendu que chez les espèces du second type, absolument comme chez les Nématodes où l'on avait reconnu l'existence d'un rachis dans le vitellogène, les ovules se séparent progressivement de la masse commune, de sorte qu'à un moment donné on les trouve rangés autour d'un rachis, quelquefois autour de plusieurs rachis anastomosés (Munck). Seulement, chez eux les ovules sont complétement séparés les uns des autres au moment où

ils commencent à se charger d'éléments vitellins; ils pénètrent un à un dans le vitellogène, où ils s'aplatissent et s'empilent.

Je n'ai jamais réussi à voir la moindre trace d'un rachis chez les *Coronella :* je crois que chez eux le protoplasme se différencie en même temps sur tout le pourtour d'une vésicule germinative, comme cela a lieu chez beaucoup de Trématodes et de Crustacés, et peut-être en est-il de même chez les Trichocéphales, les Trichosomes et les Trichines. Si l'on vient à déchirer, au moyen d'aiguilles délicates, les parois du germigène des *Coronella,* on voit tous les œufs présenter une forme arrondie parfaitement régulière, et jamais je n'ai observé de traces de rachis; jamais non plus je n'ai vu un œuf pyriforme, ce qui devrait être, si les œufs, à un moment donné, étaient fixés à un rachis. D'un autre côté, j'ai fait un grand nombre de coupes de l'organe, après avoir fait durcir l'animal dans l'alcool fort ou dans l'acide chromique, et jamais je n'ai vu la moindre trace de rachis.

On conçoit, du reste, qu'un rachis puisse manquer dans certains cas : un rachis se produit quand la masse protoplasmatique commune, au lieu de se fendiller autour des vésicules germinatives *sur tout leur pourtour à la fois,* se laisse diviser lentement par un sillon, qui apparaît d'abord à la surface de la masse commune, pour s'avancer ensuite *progressivement* tout autour d'elles.

Nous devons dire encore quelques mots du *Cucullanus elegans* dont l'ovaire est rempli, jusqu'à son extrémité aveugle, de germes qui, près de la vésicule séminale, sont plus grands et plus indépendants les uns des autres qu'à l'extrémité en cul-de-sac du tube sexuel. A l'extrémité aveugle du tube ovarien, les ovules sont séparés les uns des autres par des sillons peu profonds; mais au fur et à mesure qu'on examine des points du germigène plus éloignés de sa partie terminale, on voit que les sillons se sont avancés davantage vers l'axe central de l'ovaire. Il faut néanmoins beaucoup de précautions pour apercevoir le rachis, qui, à cause de la transparence du contenu de l'ovaire, échappe facilement à la vue. Comme M. Claparède l'a parfaitement reconnu, on trouve des ovules en voie de multiplication par division, dans toute l'étendue de l'ovaire jusque près de l'entrée de la vésicule séminale.

3° *Où et comment se forment les éléments nutritifs du vitellus?*

Chez les Trématodes, les Cestoïdes et les Turbellariés Rhabdocèles, il existe une ou plusieurs glandes spéciales, pour l'élaboration de ces éléments. Mais existe-t-il aussi chez les Nématodes un vitellogène distinct du germigène? Nelson et Bischoff ont cru que les éléments vitellins étaient sécrétés par les parois des glandes vitellogènes, et les agents de cette sécrétion étaient, d'après eux, ces cellules en forme de bandelettes ou de fibres allongées, qui tapissent chez les Ascaris et les Filaria les parois de la partie inférieure de l'ovaire.

Mais toutes les observations faites depuis cette époque s'accordent pour faire considérer comme une erreur d'interprétation l'opinion émise par Nelson et Bischoff, et l'on est d'accord aujourd'hui pour admettre que les éléments réfringents que l'on rencontre dans le vitellus de l'œuf de la plupart des Nématodes prennent naissance dans le protoplasme d'abord complétement transparent des jeunes œufs.

Mais les granules vitellins et les gouttelettes de graisse qu'on observe dans le vitellus se forment-ils directement dans le protoplasme des jeunes œufs, ou bien prennent-ils naissance dans le rachis médian, comme l'ont soutenu Meissner et Claparède? Nous ne croyons pas que l'opinion de Claparède soit fondée. D'abord, le savant naturaliste de Genève a reconnu lui-même ce fait, que j'ai plus d'une fois constaté, que dans les jeunes œufs les granules vitellins se trouvent également répartis dans toute la masse protoplasmatique de l'œuf. C'est plus tard seulement qu'on trouve quelquefois le rachis plus chargé de ces éléments que les œufs qui sont insérés sur son pourtour. Aussi Claparède croit-il que c'est seulement quand les œufs ont atteint un certain degré de développement que la fonction se localise dans le rachis.

Mais est-il bien naturel d'admettre que primitivement tout le protoplasme jouit de la propriété d'élaborer des éléments vitellins, et que plus tard la substance protoplasmatique du rachis conserve seule ce pouvoir? Chez beaucoup de Nématodes le rachis a déjà disparu au moment où l'œuf commence à se charger d'éléments réfringents. Il faudrait donc trouver pour eux une nouvelle explication.

Au reste, le fait que le rachis est quelquefois plus chargé de granules vitellins ne prouve pas qu'il soit le siége de la formation de ces éléments. Ce fait ne peut-il pas s'expliquer tout naturellement par la moindre densité du protoplasme du rachis et une densité de l'œuf décroissant de la périphérie vers le centre? Au surplus, le fait est loin d'être général, et chez beaucoup de Nématodes, tels que les Dacnites, le rachis n'est pas plus chargé d'éléments réfringents que le protoplasme des œufs. Tout nous porte donc à croire que la fonction de sécrétion des éléments nutritifs du vitellus n'est nullement localisée dans le rachis, mais, au contraire, que ces éléments sont élaborés dans toute la masse protoplasmatique des germes.

Les éléments nutritifs du vitellus se forment donc chez les Nématodes tout autrement que chez les Trématodes et les Cestoïdes, où les granules vitellins et, en général, tous les matériaux destinés à servir à la nutrition de l'embryon sont élaborés dans des cellules distinctes, voire même dans des glandes particulières. Mais faut-il en conclure qu'il faille rejeter pour l'ovaire des Nématodes la division que plusieurs naturalistes y ont établie en germigène et en vitellogène?

La partie terminale de l'ovaire, celle qui sert exclusivement à la formation et à la multiplication des germes, est toujours claire et transparente chez tous les Nématodes. Le protoplasme des germes n'y renferme jamais de ces éléments réfringents qui, dans le cours du développement de l'embryon, se séparent du protoplasme des cellules embryonnaires, pour s'amasser autour de l'axe central de l'embryon et pour y former un dépôt de substances nutritives, qui sont absorbées peu à peu dans le cours du développement. La partie terminale du tube ovarien sert exclusivement à la formation et à la multiplication des germes.

C'est dans une région déterminée du tube sexuel que les germes élaborent les éléments nutritifs du vitellus; dans cette région ils agissent à la manière de cellules sécrétoires ordinaires, en puisant dans le liquide nourricier qui les baigne les éléments nécessaires pour la fabrication de ce produit spécial. C'est dans cette région déterminée que l'œuf se complète *par la formation des éléments nutritifs du vitellus,* qui, comme nous le montrerons, se constitue toujours essentiellement de deux principes : le protoplasme du germe et les

éléments destinés à nourrir l'embryon. Cette partie de l'ovaire peut être désignée sous le nom de vitellogène, au même titre que chez les Trématodes et les Cestoïdes, et puisqu'il s'y accomplit une fonction distincte, il est nécessaire de la distinguer de la partie terminale de l'ovaire qui sert exclusivement à la formation des germes.

Souvent la ligne de démarcation entre le germigène et le vitellogène est nette et tranchée; je citerai comme exemples le *Dacnites du congre*, le *Strongylus auricularis* et un grand nombre d'*Ascaris*, tels que l'*Ascaris acuminata*, *nigrovenosa*, etc. D'autres fois, comme chez les *Coronella*, il y a passage insensible de l'un organe à l'autre; mais les fonctions n'en sont pas moins localisées dans des portions différentes du tube ovarien, et, par conséquent, la division est encore parfaitement applicable dans ce cas.

Le genre *Cucullanus* se distingue de tous les autres Nématodes en ce que jamais, chez cet animal, l'œuf ne se charge d'éléments réfringents destinés à nourrir le futur embryon. J'ai toujours trouvé l'œuf du *Cucullanus* parfaitement incolore, limpide et transparent; il est formé, comme le germe de tous les autres Nématodes, d'une vésicule germinative pourvue d'un nucléole et d'un protoplasme très-finement granuleux; mais toujours il est dépourvu d'éléments réfringents. L'œuf est réduit, à ses parties essentielles, au germe. Le vitellogène manque chez cet animal, et l'ovaire se réduit au germigène. Et un fait que confirme complétement notre manière de voir, c'est que les œufs ici se multiplient dans toute l'étendue de l'ovaire, tandis que chez tous les autres Nématodes la formation et la multiplication des germes n'ont lieu que dans la partie terminale de l'ovaire, le germigène.

4° *Existe-t-il une membrane autour de l'œuf avant la fécondation?*

La question de l'existence d'une membrane autour de l'œuf avant la fécondation est intimement liée à la question de savoir si l'œuf présente ou non un micropyle. Si cette membrane existe, la fécondation n'est possible qu'à la condition qu'elle présente un orifice pour l'entrée des spermatozoïdes; et s'il est démontré que l'œuf est pourvu d'un micropyle, l'existence d'une membrane avant la fécondation ne peut guère être révoquée en doute.

Aussi beaucoup d'auteurs, tels que Nelson, Bisschoff, Thompson, Claparède, Munck et Leuckart, soutiennent-ils à la fois l'absence de membrane vitelline avant la fécondation et la non-existence d'un micropyle, tandis que Meissner a défendu l'opinion qu'il existe à la fois dans l'œuf un micropyle et une membrane vitelline, au moment où il pénètre dans la vésicule séminale.

Chez les Nématodes que j'ai étudiés, je n'ai jamais reconnu dans le vitellogène aucune trace de membrane vitelline. J'ai isolé des œufs du Dacnites, contenus dans la partie terminale du vitellogène, et, en faisant subir à ces œufs une pression de plus en plus forte, je les ai vus s'étendre également dans tous les sens, et d'autant plus que la pression exercée sur eux devenait plus forte. A un moment donné, le vitellus se désagrége; mais jamais la rupture d'une membrane ne laisse voir le contenu s'écouler par un point déterminé de la surface de l'œuf. Il en est tout autrement, si l'on fait cette expérience sur un œuf retiré de l'utérus; quand la pression a atteint un certain degré d'intensité, on voit la membrane se déchirer brusquement et le contenu de l'œuf s'écouler par la fente qui s'est produite.

J'ai parfaitement constaté chez les Dacnites l'exactitude des observations de Claparède et de Munck relativement à la manière dont les œufs se détachent du rachis; le pédicule qui les rattache au rachis devient de plus en plus grêle; à la fin, il se transforme en un filament d'une extrême ténuité, qui se brise et bientôt après se fond dans la masse même du vitellus de l'œuf, qui prend alors une forme arrondie parfaitement régulière. On voit ce phénomène s'accomplir absolument comme chez certains Rhizopodes, où des tentacules éphémères sont alternativement projetés et rétractés, de manière à se refondre de nouveau dans la masse protoplasmatique commune. Ainsi encore, les prolongements que projettent les corpuscules blancs du sang et d'autres cellules amœboïdes disparaissent peu à peu; les œufs se conduisent donc absolument comme les cellules amœboïdes que l'on sait dépourvues de membrane.

Très-probablement les spermatozoïdes se conduisent vis-à-vis des œufs comme le font deux petites gouttelettes de substance visqueuse, que l'on place l'une à côté de l'autre. Il semble résulter des observations de M. Munck et de

M. Leuckart que les spermatozoïdes s'accolent d'abord à la surface des œufs et que la masse protoplasmatique qui les constitue finit par se confondre avec celle de l'œuf. Cependant M. Leuckart a observé quelquefois des spermatozoïdes à l'intérieur de l'œuf; mais, ce qu'il y a d'essentiel à remarquer, c'est que les spermatozoïdes ne pénètrent pas par un point déterminé de la surface, mais qu'ils peuvent, grâce à l'absence de membrane vitelline, s'accoler à un point quelconque de la surface de l'œuf.

5° *Quelle est la nature des membranes de l'œuf et quel est leur mode de formation dans le cours du développement?*

Après que la fécondation a eu lieu, on voit très-distinctement une zone mince, claire et transparente, complétement dépourvue de corpuscules vitellins, entourer l'œuf. Cette zone n'est qu'une partie du protoplasme de l'œuf, qui, par la densité plus grande qu'elle acquiert, se débarrasse des granulations vitellines. Acquérant une densité toujours croissante, elle se différencie de plus en plus de la masse sous-jacente. Bientôt elle s'en sépare par une ligne bien nette, et le moment n'est pas loin où la masse centrale subira un retrait plus ou moins considérable, d'où résultera la formation, entre la membrane et le vitellus, d'un espace qui se remplit rapidement d'un liquide hyalin venant de l'extérieur.

Cette membrane se forme donc aux dépens du protoplasme de l'œuf, comme la membrane cellulaire se développe aux dépens du corps de la cellule. Elle est la membrane cellulaire de la cellule-œuf, et c'est là véritablement ce qu'il faut entendre par membrane vitelline, suivant la définition si exacte qui en a été donnée par Claparède. Ce mode de formation de la première enveloppe de l'œuf, que nous avons observée chez les *Dacnites*, les *Coronella* et l'*Ascaris acuminata*, a déjà été décrit par Claparède et Munck. Cette membrane vitelline est incolore; elle a des contours extrêmement foncés et, à cause de sa densité, elle réfracte fortement la lumière.

La membrane vitelline se recouvre bientôt d'une seconde membrane, qui est évidemment un produit de sécrétion des cellules si caractéristiques de l'utérus. Cette seconde membrane, qui est l'analogue de celle qui, chez les

Trématodes et les Cestoïdes, se forme autour de l'œuf dans l'oviducte, est un chorion ou une coque. Elle présente chez les *Dacnites* une coloration d'un jaune foncé et ne porte aucune espèce d'appendices. Le chorion des œufs est souvent parfaitement lisse à la surface : c'est le cas, par exemple, pour la plupart des *Ascaris* et des *Filaria*. L'*Ascaris depressa* a la coque de l'œuf couverte de petites dépressions arrondies ; dans l'*Ascaris lumbricoïdes,* il est couvert de bosselures allongées, tandis que dans l'*Ascaris mystax,* au contraire, il est recouvert d'un réseau formé par de petites crêtes anastomosées.

Quelquefois le chorion présente aux pôles de l'œuf des épaississements considérables, qui affectent souvent des formes régulières et donnent à l'œuf un aspect tout particulier. Les Trichocéphales, par exemple, présentent généralement un épaississement de la coque aux deux pôles de l'œuf. L'*Hedruris androphora* présente, au contraire, des ornements remarquables aux deux extrémités d'un même diamètre de la petite section de l'œuf (pl. VI, fig. 24 et 25). Quelques-uns ont à un de leurs pôles deux ou trois filaments très-allongés, qui font ressembler ces œufs à ceux de certains Trématodes ; c'est le cas, par exemple, pour l'*Ascarophis morrhuæ* (P.-J. Van Beneden) (pl. VI, fig. 26). L'œuf de l'*Oxyuris spirotheca* mérite encore une mention toute spéciale : M. Claparède a montré que chez ce Nématode le chorion est formé d'un fil enroulé en spirale.

Il existe certains Nématodes, le *Cucullanus elegans*, par exemple, dont l'œuf n'est jamais recouvert que d'une seule membrane. Quelle est la nature de cette membrane? Sur cette question les avis sont très-partagés : MM. Kölliker, Claparède et Schneider la regardent comme une membrane vitelline, tandis que M. Leuckart la considère, au contraire, comme un vrai chorion. Je crois, comme MM. Kölliker, Claparède et Schneider, que cette membrane se forme aux dépens d'une partie du protoplasme de l'œuf et qu'elle doit, par conséquent, être considérée comme une vraie membrane vitelline.

Mais quelle est, dans ce cas, la fonction des grandes et belles cellules épithéléales de l'oviducte et de l'utérus, qui servent, chez les autres Nématodes, à la sécrétion de la coque et qui présentent chez les *Cucullanus* un si énorme développement.

J'ai déjà fait remarquer que le *Cucullanus* ne présente pas de vitellogène.

Au début du développement embryonnaire, l'œuf est extrêmement petit; il croît considérablement dans le cours de l'évolution de l'embryon, et il est complétement impossible que la substance que renferme ce petit œuf au début du développement puisse suffire pour former cet immense embryon. L'œuf doit donc recevoir, du dehors, des éléments nutritifs, et je crois que les grandes cellules épithéléales de l'utérus sont chargées de lui fournir ces éléments. Elles élaborent un produit que je crois en tous points comparable à l'albumine de l'œuf des oiseaux, sécrétée, comme on sait, par les glandes albuminipares de l'oviducte. Si la nature n'a pas donné à l'œuf du *Cucullanus* tout ce qui est nécessaire au complet développement de l'embryon, elle a cependant pourvu aux besoins de la reproduction, en fournissant à l'embryon l'équivalent de ce qu'elle refusait à l'œuf.

Je résume en quelques mots les résultats principaux de cette étude de l'appareil sexuel femelle des Nématodes, de la formation de l'œuf et de sa constitution :

1° *Constitution de l'appareil sexuel.*

L'appareil sexuel femelle des Nématodes se constitue généralement de deux tubes ou cœcums, dans chacun desquels il faut distinguer : un vagin, un utérus, un oviducte, enfin un ovaire, qui est la partie essentielle de l'appareil. L'ovaire se constitue généralement de deux parties distinctes par leurs fonctions : un germigène et un vitellogène. Mais chez la plupart des Nématodes, il y a passage insensible de l'une à l'autre de ces glandes, de telle manière qu'il serait impossible de déterminer exactement où finit l'une des glandes et où commence l'autre. Mais il n'en existe pas moins une division bien évidente du travail physiologique. Chez le *Cucullanus* il n'existe pas de vitellogène; l'œuf ne se charge pas d'éléments nutritifs; il n'est qu'une grande cellule germinative.

2° *Formation de l'œuf.*

a. La partie terminale du tube ovarien renferme une masse protoplasmatique commune, tenant en suspension des noyaux cellulaires, qui sont les



jeunes vésicules germinatives. *Les cellules germinatives ou germes y sont distinctes par leurs noyaux, mais confondues par leur contenu.* C'est dans cette portion terminale du tube sexuel que s'opère la multiplication des germes; elle s'accomplit probablement par voie de division.

b. Le protoplasme commun se divise autour des vésicules germinatives, dans la partie inférieure du germigène. Tantôt cette division s'accomplit tout entière dans le germigène, et dans ce cas le rachis est très-peu apparent; d'autres fois, ce phénomène se produit avec une grande lenteur et s'achève dans le vitellogène. Le rachis n'est qu'un reste du protoplasme commun, qui disparait peu à peu en passant dans les différents œufs insérés autour de lui.

c. Le corps protoplasmatique des jeunes œufs, d'abord homogène et transparent, élabore, dans le vitellogène, des éléments nutritifs ou vitellins réfractant fortement la lumière, et qui finissent par enlever au germe sa transparence primitive.

d. Les œufs ne présentent pas de membrane avant la fécondation. Les spermatozoïdes, qui sont, comme les germes femelles à leur début, de simples petites masses protoplasmatiques, déterminent la fécondation en se fondant dans la masse du vitellus, soit après s'être simplement accolés à leur surface, soit après avoir pénétré à leur intérieur.

e. Après la fécondation, les œufs s'entourent généralement de deux membranes, dont l'une, interne, est la zone externe condensée du protoplasme de l'œuf, une vraie *membrane vitelline;* l'autre, externe, est un produit de sécrétion des cellules de l'utérus, c'est-à-dire un *chorion.* M. Schneider a vu quelquefois, dans l'*Ascaris megalocephala,* par exemple, plusieurs membranes se former aux dépens du protoplasme de l'œuf.

3° *Constitution de l'œuf.*

Quand il a atteint tout son développement, l'œuf se constitue : 1° d'une vésicule germinative, renfermant un corpuscule de Wagner (tache germinative) qui lui-même présente souvent, comme je l'ai déjà fait observer chez les Trématodes et les Cestoïdes, une tache claire résultant probablement de la présence d'une petite cavité; 2° d'un vitellus, qui lui-même se constitue

de deux parties distinctes par leurs fonctions, leur origine et leur signification : un liquide protoplasmatique transparent, quoique finement granuleux, et des éléments réfringents, de petite dimension, qui sont des matières nutritives pour l'embryon futur. C'est cette partie seulement du vitellus qui prend naissance dans le vitellogène. Chez le *Cucullanus*, l'œuf se réduit au germe : les éléments nutritifs du vitellus manquent. 3° Le vitellus est entouré d'une ou de plusieurs membranes vitellines, ayant toutes le même mode de formation. 4° Un chorion, qui est un produit de sécrétion des cellules de l'utérus, s'applique sur la membrane vitelline. Tantôt il est uni à sa surface, tantôt il présente des bosselures, des éminences, ou bien encore, des crêtes formant par leur ensemble un véritable réseau. Quelquefois il n'existe autour de l'œuf qu'une seule membrane qui est alors *une membrane vitelline* et non un *chorion*.

III. — DÉVELOPPEMENT.

Depuis longtemps on s'est occupé du développement des Nématodes, et, dès 1837, M. von Siebold avait observé le phénomène du fractionnement total du vitellus chez un grand nombre d'*Ascaris,* chez les *Filaria attenuata* et *rigida,* chez plusieurs *Strongylus* et le *Cucullanus emydis lutariæ.* C'était la première fois que ce phénomène si remarquable, observé d'abord chez les Batraciens par Prévost et Dumas, Rusconi et von Baër, était signalé chez des animaux invertébrés.

Depuis cette époque, bien des naturalistes se sont occupés du développement des Nématodes : qu'il nous suffise de citer MM. Bagge, Kölliker, Gabriel, Meissner, Van Beneden, Claparède, Leuckart, Schneider et Perez.

Il y a lieu de distinguer chez les Nématodes trois types de développement bien distincts ; ils diffèrent assez l'un de l'autre, pour qu'il soit nécessaire de les étudier séparément.

1er TYPE. — La plupart des Nématodes présentent le fractionnement total du vitellus, qui se constitue de deux parties distinctes : le protoplasme du germe et les éléments nutritifs dont ce protoplasme se charge en traversant le vitellogène.

Bagge[1] reprit en 1841 l'étude de ce phénomène chez le *Strongylus auricularis* et l'*Ascaris acuminata*, et fit de l'évolution de ces deux animaux le sujet de sa dissertation inaugurale. Le phénomène fut étudié, chez le *Filaroïdes mustelarum*, le *Proleptus gordioïdes*, le *Prosthecosaster inflexus*, par M. J.-P. Van Beneden[2]; chez l'*Hedruris androphora*, par M. Claparède[3]. M. Pagenstecher a observé les premiers phénomènes embryonnaires chez les Trichines; enfin M. Leuckart[4] a étudié le développement d'un grand nombre de Nématodes, en particulier des Oxyures, et il a donné sur les premiers changements qui se produisent dans l'œuf fécondé des renseignements d'une haute importance.

Je décrirai le phénomène de la segmentation, d'après les observations que j'ai faites chez l'*Ascaris rigida*, espèce très-commune dans l'intestin du *Lophius piscatorius*. J'ai vu la membrane vitelline se former, chez cette espèce comme chez plusieurs autres, aux dépens de la couche externe du protoplasme de l'œuf, dès que la fécondation s'est accomplie, et il est facile de la distinguer du chorion, qui n'est pas immédiatement appliqué sur elle. Dès que la membrane vitelline est formée, le vitellus subit une sorte de retrait, d'où résulte la formation, entre la membrane et la sphère vitelline, d'un espace plus ou moins considérable, qui se remplit d'un liquide parfaitement transparent. A ce moment les granules vitellins se sont amassés au centre de l'œuf, autour de la vésicule germinative, qui disparaît à la vue.

Bientôt on voit le vitellus s'éclaircir dans sa partie centrale, et, à la place qu'occupait la vésicule germinative, au moment où elle a disparu à nos yeux, apparaît un noyau transparent, qui présente tous les caractères de la vésicule germinative primitive et qui dès l'abord mesure exactement le diamètre de cette vésicule.

Ce noyau s'allonge et prend une forme de biscuit; bientôt on le voit se diviser en deux parties, et immédiatement après, la sphère vitelline se divise par un sillon circulaire qui s'avance progressivement vers le centre de l'œuf,

[1] *De evolutione Strongyli auricularis et Ascaridis acuminatæ*, DISSERTATIO INAUGURALIS AUCTORE H. BAGGE. Erlangen, 1841.

[2] P.-J. Van Beneden, *Mémoire sur les vers intestinaux*, pp. 267 et suivantes.

[3] *Loco cit.*, pp. 84 et suivantes.

[4] Leuckart, *Der menschlichen Parasiten*, 2[de] Bd.

en deux portions un peu inégales, qui constituent les deux premiers globes ou sphères de segmentation. Je ne discuterai pas ici la question de savoir si la disparition de la vésicule germinative est une réalité ou une simple apparence; je ferai observer seulement que sa disparition a été signalée chez un grand nombre de Nématodes : tous les naturalistes qui ont étudié le phénomène de la segmentation chez des Nématodes, où le vitellus est rendu opaque par la présence de globules vitellins en suspension dans le protoplasme de la cellule-œuf, font mention de la disparition de la vésicule germinative. Schneider [1] a mis en doute la réalité de cette disparition; mais il laisse indécise la question de savoir si le nouveau noyau, que l'on voit apparaître dans la sphère vitelline primitive, est une formation nouvelle, ou bien s'il est l'ancienne vésicule germinative, qui aurait été cachée pendant quelque temps. M. Pagenstecher a observé la persistance de la vésicule germinative et sa division chez les Trichines; et M. Leuckart [2] a observé chez les Oxyures et les autres Nématodes, où le vitellus est peu chargé d'éléments vitellins, que *la vésicule germinative se divise directement et que ses deux moitiés deviennent les noyaux des deux globes vitellins*, qui résultent du premier fractionnement.

Si, chez ces Nématodes, où l'œuf se prête particulièrement, par le fait de sa transparence, à l'étude des premiers phénomènes embryonnaires, on voit la vésicule germinative se diviser, et ses portions devenir les noyaux des globes vitellins, il me semble très-rationnel d'admettre que chez les autres, où l'observation est moins facile, le même organe joue le même rôle et que la disparition de la vésicule est une simple apparence, résultant de ce que des modifications s'opèrent dans le vitellus peu de temps après la fécondation.

Les deux globes vitellins pourvus chacun d'un noyau, que nous avons vus se former chez l'*Ascaris rigida* aux dépens de la sphère primitive, se divisent à leur tour, et cette division commence par celle de leur noyau. Mais l'un des globes se divise généralement un peu avant l'autre, de sorte que l'on voit successivement trois et puis quatre sphères remplir la cavité de l'œuf.

Chacun de ces globes se divise de la même manière, et en même temps le volume de chacun d'eux diminue. Au bout d'un certain temps, on voit la

[1] Schneider, *Monographie der Nematoden*, p. 284.
[2] Leuckart, *Die menschlichen Parasiten*, IIde Bd., pp. 89 et 322.

sphère vitelline primitive transformée en une masse allongée, framboisée à sa surface. A mesure que le fractionnement progresse, les noyaux des segments se rapprochent de plus en plus de la périphérie de l'œuf, et en même temps leur partie centrale devient plus opaque. Si l'on éclaircit le vitellus en le traitant successivement par l'alcool fort et par la glycérine, on observe qu'à ce moment une partie des éléments nutritifs du vitellus s'est séparée des globes pour s'amasser au centre de l'œuf. Le fractionnement continue; les globes deviennent de plus en plus petits, la masse cellulaire se recourbe dans l'œuf et s'allonge progressivement; on commence à reconnaître la forme nématoïde de l'embryon. Bientôt les globes vitellins, devenus très-petits et complétement transparents, vont former la paroi cellulaire de l'embryon. Les cellules vitellines se sont débarrassées des éléments vitellins ou nutritifs dont l'œuf s'était chargé. Les éléments nutritifs, dont le protoplasme s'était chargé en traversant le vitellogène, se séparent donc des cellules protoplasmatiques pendant le fractionnement, et s'accumulent au centre de l'œuf, tandis que les cellules éclaircies refoulées à la périphérie vont former les parois de l'embryon, c'est-à-dire le blastoderme.

Les premières cellules embryonnaires ne sont donc que des portions de la cellule-œuf : leur contenu est une partie du protoplasme primitif, leur noyau est très-probablement une portion de la vésicule germinative, et les globes vitellins se débarrassent peu à peu, pendant que le fractionnement s'accomplit, des éléments nutritifs dont ils étaient chargés.

2me TYPE. — Dès 1843, M. Kölliker avait reconnu la nécessité de distinguer, chez les Nématodes, deux types de développement; les uns présentent, comme M. von Siebold l'avait observé le premier, le phénomène du fractionnement total; les autres, tels que l'*Ascaris dentata* et l'*Oxyuris ambigua,* ne montrent pas de trace d'une vraie segmentation. Après avoir exposé le mode de formation de l'œuf et sa constitution, qui est identique à celle de tous les autres Nématodes, M. Kölliker commence ainsi l'exposé des phénomènes embryonnaires qui s'accomplissent chez l'*Ascaris dentata.* Après la disparition de la vésicule germinative et de la tache de Wagner, il apparait dans le vitellus une première cellule embryonnaire : *Uber das Entstehen und*

das Wachsthum der erste Embryonalzelle, ajoute le célèbre histologiste, *habe ich nichts beobachtet, beschreibe sie daher nach ihrem späteren Verhalten.* Cette première cellule engendre à son intérieur, par voie endogène, deux cellules-filles, qui deviennent libres après la résorption de la membrane de la cellule-mère. Les deux premières cellules-filles se multiplient de la même manière; le phénomène de multiplication cellulaire par voie endogène continue, les jeunes cellules embryonnaires se nourrissent aux dépens du vitellus de l'œuf, qui diminue peu à peu et finit même par disparaître; à ce moment la masse cellulaire a donné naissance à l'embryon. M. Kölliker a reconnu que le prétendu vitellus se conduit ici absolument comme chez les Trématodes et les Cestoïdes : il ne prend aucune part au fractionnement des cellules embryonnaires et il sert exclusivement à leur nutrition; à mesure que la masse cellulaire augmente, le vitellus diminue et finit par disparaître entièrement.

Il n'est pas possible de révoquer en doute l'exactitude des observations de M. Kölliker; il est évident que, connaissant l'existence du fractionnement chez la plupart des Nématodes, il devait s'attendre, en étudiant l'*Ascaris dentata,* à voir la segmentation se produire chez cette espèce comme chez toutes les autres.

L'importance des caractères embryogéniques basée sur leur constance, dans les différents êtres appartenant à un même groupe naturel, n'est plus contestée aujourd'hui par aucun naturaliste. Mais peut-on admettre que, dans les limites d'un même genre, certaines espèces présentent le fractionnement total du vitellus, quand d'autres n'en présentent pas de trace? Nous avons démontré récemment, M. Émile Bessels et moi [1], que, dans un même genre (genre *Gammarus*), le blastoderme se forme tantôt à la suite d'un fractionnement total du vitellus, d'autres fois sans fractionnement; et nous avons fait voir que le phénomène de la segmentation est tout à fait accessoire dans le développement.

M. Kölliker croit à la disparition de la vésicule germinative, suivie de la formation libre d'une cellule embryonnaire au sein de la masse vitelline, et à

[1] Bulletin de l'Académie royale de Belgique. (*Résumé d'un mémoire sur la formation du blastoderme chez les Crustacés,* par Éd. Van Beneden et Émile Bessels, t. XXV, 1re partie, 1868.)



sa multiplication par voie endogène. Il place sous ce rapport les Nématodes à côté des Bothriocéphales et des Trématodes. Toutes les recherches que j'ai faites sur le développement de l'embryon dans les différents groupes où deux glandes distinctes concourent à la formation de l'œuf ont établi que toujours le développement commence par la multiplication par division du germe, qui est réellement la première cellule de l'embryon. S'il était permis de se baser sur le rapprochement que M. Kölliker a reconnu entre le développement de l'*Ascaris dentata* et celui des Bothriocéphales, on pourrait en conclure qu'ici aussi le développement commence par la multiplication par division de la cellule-œuf. Et comme il résulte des observations de M. Kölliker que le vitellus ne prend aucune part à la multiplication de la première cellule embryonnaire, je suis porté à croire qu'ici, comme chez certains crustacés, tels que les Caliges, les Oniscus et les Ligia, le premier phénomène embryonnaire consiste dans la séparation du protoplasme d'avec les éléments nutritifs du vitellus, et que c'est aux dépens de ce protoplasme déposé autour de la vésicule germinative, pour former avec elle la première cellule embryonnaire, que l'embryon commence son développement : cette première cellule se divise en deux cellules-filles, qui se multiplient à leur tour; le phénomène se continue; ces cellules se nourrissent aux dépens des éléments nutritifs du vitellus, et l'embryon naît de la masse cellulaire qui se forme de cette manière.

Je regrette beaucoup de n'avoir pu étudier par moi-même le développement de l'une de ces deux espèces, et de n'avoir pu baser sur l'observation directe l'interprétation que je crois pouvoir donner des observations de M. Kölliker; l'*Ascaris dentata* et l'*Oxyuris ambigua* n'ont plus été étudiés depuis que M. Kölliker s'en est occupé. L'*Ascaris dentata* habite le *Salmo thymallus*, qu'on ne trouve jamais dans ces régions; et je n'ai jamais réussi à me procurer l'*Oxyuris ambigua*, qui est bien certainement une espèce très-rare en Belgique, si tant est qu'elle y existe.

3me TYPE. — *Cucullanus elegans.* L'œuf de cet animal se distingue de celui de tous les autres Nématodes, en ce que le protoplasme du germe ne se charge jamais d'éléments vitellins nutritifs : le vitellogène manque chez cette espèce.



Cet animal a beaucoup attiré l'attention des naturalistes. M. Kölliker a parfaitement reconnu qu'il existe beaucoup d'analogies entre le développement du *Cucullanus elegans* et celui de l'*Ascaris dentata* et que, chez le *Cucullanus* pas plus que chez l'*Ascaris,* il ne se produit un fractionnement proprement dit; il s'explique les faits en disant : « *La première cellule embryonnaire absorbe chez le Cucullanus tout le vitellus,* tandis que chez l'*Ascaris dentata* cette absorption se fait lentement, par les cellules résultant de la multiplication de la première cellule embryonnaire. »

En 1853, M. Gabriel[1] prit pour sujet de sa dissertation inaugurale l'évolution du *Cucullanus elegans.* M. Kölliker a trouvé chez le *Cucullanus* le vitellus parfaitement limpide, incolore et transparent; cette observation a été vérifiée plus tard par M. Claparède[2] et, quant à moi, je l'ai toujours trouvée d'une exacte vérité. M. Gabriel seul a contesté la justesse de ce fait avancé par M. Kölliker : il prétend que chez le *Cucullanus* le vitellus est formé de granules arrondis, qu'il est affecté d'une couleur brune, et qu'il faut même y distinguer un vitellus de nutrition et un vitellus de formation.

Je puis dire avec M. Claparède que « *je ne sais comment expliquer cette différence dans les résultats; j'ai toujours trouvé les données de M. Kölliker parfaitement exactes.* » J'ai toujours vu les œufs, sur le point d'être évacués, présenter tous les caractères des cellules germinatives, qui remplissent l'extrémité en cul-de-sac de l'ovaire; et c'est parce qu'il ne m'a pas été possible de trouver la moindre différence de composition entre les germes et les œufs, que j'ai émis l'opinion qu'il n'existe pas de vitellogène chez le *Cucullanus.* La vésicule germinative est uniquement entourée de protoplasme : l'*œuf est réduit à ses parties essentielles, c'est-à-dire celles qui font partie intégrante de la cellule.* M. Claparède critique l'opinion émise par M. Kölliker au sujet du développement du *Cucullanus;* il déclare « que, quant à lui, il n'a pu trouver aucune différence entre le mode d'organisation du vitellus chez le *Cucullanus elegans* et la segmentation de tout autre œuf. » Je crois que, pour élucider cette question, il suffit de s'entendre sur la signification qu'il faut accorder à ce mot *segmentation* ou, ce qui revient au même, *fractionnement du vitellus.*

[1] *De Cucullani elegantis evolutione.* Dissert. inaug. auctore Benno Gabriel. Berolini, 1853.
[2] *Loc. cit.*, p. 41.

Chez tous les animaux le développement commence par la multiplication par division de la cellule-œuf. Chez un grand nombre d'entre eux, il n'y a pas cependant de segmentation du vitellus; la division de la cellule-œuf doit donc présenter certains caractères particuliers, pour qu'on puisse lui appliquer le nom de *fractionnement* ou de *segmentation*.

Le *vitellus* de l'œuf en général se constitue essentiellement de deux principes : *d'un protoplasme fondamental, qui fait partie intégrante de la cellule-œuf, et d'éléments nutritifs* qui, généralement, sont tenus en suspension dans le protoplasme. La segmentation consiste *dans la multiplication par division d'un œuf, dont le vitellus se constitue de ces deux principes :* pour qu'il y ait *fractionnement ou segmentation, il faut que les éléments nutritifs du futur embryon restent en suspension dans le protoplasme de la cellule-œuf pendant qu'elle se divise.* Il n'y a pas segmentation si la division de la cellule-œuf s'opère après que les éléments nutritifs se sont séparés d'elle. Les premiers phénomènes embryonnaires se réduisent, dans ce dernier cas, à une multiplication cellulaire pure et simple, et il est inutile d'appliquer à ce mode de multiplication un nom spécial. C'est là, à mon avis, la seule définition rationnelle que l'on puisse donner du fractionnement, de manière à justifier l'emploi d'un mot spécial pour désigner, dans certains cas, la multiplication par division de la cellule-œuf.

L'œuf du *Cucullanus* est formé d'un corps protoplasmatique et d'une vésicule germinative, pourvue d'un corpuscule de Wagner; mais le protoplasme de la cellule-œuf est dépourvu d'éléments nutritifs; elle est réduite à ses parties essentielles, qui sont les éléments constitutifs d'une cellule ordinaire.

A mon avis, l'œuf du *Cucullanus* ne présente donc pas de segmentation du vitellus.

Les premiers phénomènes embryonnaires consistent dans une simple multiplication par division de la cellule-œuf, et il n'y a pas plus de segmentation chez le *Cucullanus* que chez les Lernéens des genres *Anchorella* et *Clavella*, et que chez certains Isopodes comme les *Ligia*, les *Oniscus*, etc., où le premier phénomène embryonnaire consiste dans la séparation du protoplasme d'avec les éléments nutritifs de l'œuf. Les Trématodes et les Cestoïdes ne présentent pas non plus de fractionnement du vitellus.

D'un autre côté, on n'observe guère, dans la disposition des premières cellules embryonnaires du *Cucullanus*, cette régularité si remarquable, qui se manifeste dans la disposition des globes vitellins, quand un vrai fractionnement se produit; et ce fait, que le volume de l'œuf croît considérablement dans le cours du développement embryonnaire, vient singulièrement à l'appui de l'interprétation que je propose. Il est très-probable qu'un liquide arrivant de l'extérieur vient nourrir l'embryon et remplacer ainsi fonctionnellement les éléments nutritifs, qui, chez les autres animaux, sont déposés dans le protoplasme de l'œuf.

En résumé donc, les premiers phénomènes embryonnaires chez tous les Nématodes consistent dans la multiplication par division de la cellule-œuf. Quoique la vésicule germinative semble disparaître chez la plupart de ces vers, et que je n'aie pu constater, même chez les *Cucullanus*, la persistance de cette vésicule, je suis persuadé de ce fait, que la division de la cellule-œuf commence par celle de son noyau (vésicule germinative).

Chez la plupart des Nématodes, les éléments nutritifs, dont le protoplasme de l'œuf s'est chargé dans le vitellogène, restent en suspension dans le protoplasme de la cellule-œuf pendant qu'elle se divise, et, dans ce cas, il y a segmentation. Il peut se faire aussi que ces éléments nutritifs ne prennent point part à la division de la cellule-œuf, soit qu'ils restent en dehors d'elle, ce qui a lieu dans l'*Ascaris dentata* et l'*Oxyuris ambigua*, soit qu'ils fassent défaut comme dans le *Cucullanus elegans*.

CRUSTACÉS.

I. — ROTATEURS.

Les petits animaux microscopiques dont se compose l'ordre des Rotateurs ou Rotifères ont été longtemps classés parmi les infusoires; au premier abord ils s'en approchent en effet beaucoup par leur petitesse et par ce fait, qu'ils se meuvent comme eux au moyen de cils vibratiles. Mais une étude sérieuse

de leur organisation a fait voir qu'ils sont loin d'avoir la simplicité de constitution des infusoires, et la complication des divers appareils, tant de la vie végétative que de la vie animale, les rapproche des groupes bien plus élevés de l'échelle animale. Certains naturalistes les ont rangés parmi les vers; mais aujourd'hui ils sont considérés comme des articulés inférieurs par la plupart de ceux qui ont fait de ces êtres une étude approfondie.

M. Ehrenberg, à qui la science est redevable d'une série de travaux remarquables sur les Rotateurs, les crut hermaphrodites; M. Brightwell [1] le premier, et après lui, MM. Dalrymph [2], Leydig [3], Gosse [4] et d'autres naturalistes ont fait voir que les organes que M. Ehrenberg avait considérés comme testicules ne font pas partie de l'appareil reproducteur, et que les Rotifères sont dioïques. Cependant, d'après M. Leydig, les colonies de Lacinulaires, composées en grande partie de femelles, présenteraient quelques individus capables de donner naissance à des spermatozoïdes, tout en possédant un ovaire rudimentaire; ce serait là évidemment des Rotifères hermaphrodites [5].

I. — CONSTITUTION DE L'APPAREIL FEMELLE ET FORMATION DE L'OEUF.

Les divers naturalistes dont nous venons de citer les noms et les travaux se sont occupés de la constitution de l'appareil femelle et de la formation de l'œuf chez les Rotateurs. M. Ehrenberg [6] a fait de cette question une étude sérieuse; mais c'est surtout M. Leydig, dans son magnifique travail « *Ueber den Bau und die systematische Stellung der Räderthiere* », qui a fait connaître d'une manière complète, et dans un grand nombre de genres et d'es-

[1] Brightwell, *Some account of a Dioecious Rotifer, allied to the genus Notommata of Ehrenberg*. ANNALS OF NAT. HIST., 2d series, 1848, t. II, p. 153, pl. VI, fig. 2.

[2] Dalrymph, *Description of an Infusory animalcule allied to the genus Notommata*. PHIL. TRANS., 1849, p. 331.

[3] Leydig, *Ueber den Bau und die systematische Stellung der Räderthiere*. ZEITSCHRIFT FÜR WISS. ZOOL., 1855, t. VI.

[4] Gosse, *Description of Asplanchna priodonta, an animal of the class Rotifera*. ANN. OF NAT. HIST., 2d series, 1850, t. VI.

[5] Leydig, *Zur anatomie und Entwickelungsgeschichte der Lacinularia socialis*. ZEITSCHRIFT FÜR WISS. ZOOL., 1851, t. III, p. 471.

[6] Ehrenberg, *Infusions-Thiere*.

pèces, le mode de formation des produits sexuels. M. Cohn, dans un mémoire plus récent sur le *Conochilus volvox*, a pleinement confirmé les observations de l'illustre histologiste de Tübingen.

1° *Formation des germes.*

L'ovaire, de forme assez variable, généralement arrondi et lobulé à sa surface, se trouve placé immédiatement en dessous du tube digestif; il se continue par un oviducte qui s'ouvre dans le cloaque.

Il se constitue d'une membrane anhiste qui n'est jamais tapissée par un épithéléon proprement dit, et renferme un liquide visqueux plus ou moins transparent, quoique finement granuleux, tenant en suspension des noyaux à nucléole. Les noyaux apparaissent, non comme des vésicules, mais comme de petites masses formées d'un liquide parfaitement incolore et transparent, tenant en suspension un nucléole, quelquefois très-volumineux; celui-ci réfracte fortement la lumière et sa forme est assez variable. Ce corpuscule unique est remplacé, chez le *Notommata Sieboldii*, par un certain nombre de petits corpuscules distincts. Les dimensions énormes du nucléole font que quelquefois le noyau apparaît plutôt comme une zone transparente, entourant un grand corpuscule réfringent, que comme un noyau de cellule. Le noyau clair et transparent n'en représente pas moins la vésicule germinatrice, le nucléole, la tache de Wagner.

Il est clair que ce liquide fondamental granuleux représente le protoplasme commun qui, chez les Trématodes, les Cestoïdes, les Nématodes et les Turbellariés, est primitivement répandu entre les vésicules germinatives. Et ce protoplasme doit être considéré, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, comme faisant partie des cellules qui vont devenir les jeunes œufs. *Seulement, ces cellules distinctes par leur noyau sont primitivement confondues par leur contenu en une masse commune.*

Ce protoplasme commun se divise autour des vésicules germinatives qui ont atteint un volume déterminé, de façon à former autour de chaque noyau une couche protoplasmatique distincte; les germes s'individualisent et ce phénomène semble résulter d'une condensation de la substance protoplasmatique.

2° *Formation du vitellus.*

Aussitôt que les germes sont ainsi délimités, on voit leur corps protoplasmatique, jusqu'ici transparent, se charger de corpuscules très-réfringents et de petites gouttelettes de graisse, qui doivent servir comme éléments nutritifs à l'embryon futur. Dès 1851, M. Leydig avait fait cette observation, que l'œuf se charge d'éléments vitellins dans une partie de l'ovaire distincte de celle où se développent les germes; cette partie est toujours claire, tandis que celle où les œufs se chargent de vitellus est opaque. Il avait proposé de distinguer dans l'ovaire un germigène et un vitellogène. Cette division de l'ovaire en deux parties est surtout manifeste dans quelques genres, tels que les *Brachionus, Noteus, Euchlanus;* elle tend plus ou moins à disparaître chez les autres.

J'adopte complétement sur ce point les vues de M. Leydig, et je crois que chez les Rotateurs aussi bien que chez les Nématodes, il faut distinguer dans l'ovaire deux parties distinctes : 1° un germigène, où se forment et où se multiplient les germes, composés d'un contenu ou plutôt d'un corps protoplasmatique, d'un noyau transparent (la vésicule germinative) et d'un nucléole réfringent (le corpuscule de Wagner) ; 2° un vitellogène, dans lequel le corps protoplasmatique des germes se charge d'éléments nutritifs qui, avec le protoplasme, forment le vitellus. Chez les Rotateurs, aussi bien que chez les Nématodes et beaucoup de Turbellariés, les éléments nutritifs du vitellus se forment à l'intérieur même de la cellule-œuf, qui fonctionne comme cellule sécrétoire.

Mais ces cellules ne jouent ce rôle que dans une région déterminée de l'appareil sexuel ; c'est dans cette région seulement que se forme le vitellus, et, par conséquent, cette partie de l'ovaire mérite parfaitement le nom de vitellogène. Ces éléments vitellins, plus ou moins volumineux, sont tantôt incolores, comme chez les *Notommata,* tantôt formés en grande partie de petites gouttelettes réfractant fortement la lumière et d'une belle coloration rouge, comme chez les *Anuræa*. Les œufs sont dépourvus de membranes tant qu'ils n'ont pas atteint leur volume définitif; peut-être même la membrane vitelline ne se forme-t-elle qu'après la fécondation.

M. Gegenbauer dit, en parlant de l'existence d'une double glande dans l'ovaire des Rotateurs: *Die ganze Erscheinung darf somit dahin formulirt werden, dass an einzelnen Stellen des Ovariums, zwischen dem Kerne (Keimbläschen) und der Zellmembran (Dotterhaut) noch gar keine Dotterkörnchenmasse sich gebildet hat, welche Eikeime die jüngsten Zustände vorstellen; an anderen Stellen dagegen, ist zwischen der Zellmembran und dem Kerne mehr oder minder reichliche Körnchenmasse aufgetreten, wodurch unter beträchlicher Vergrösserung des ganzen Eigebildes die Dottermasse dargestellt wird* [1].

Le mode de formation de l'œuf, tel que M. Leydig l'a exposé, diffère essentiellement de celui que M. Gegenbauer s'est figuré; M. Leydig s'est assuré de l'absence d'une membrane vitelline, jusqu'au moment où l'œuf a atteint son volume définitif, et le liquide incolore transparent et finement granuleux, qui sépare les jeunes vésicules germinatives, a échappé au célèbre naturaliste d'Iéna. Ce liquide a néanmoins une importance capitale; il représente le corps des jeunes cellules non encore complétement individualisées, et de là résulte que la vésicule germinative n'est nullement, comme on le pensait, la première partie formée de l'œuf.

3° *Formation des membranes.*

Quant aux membranes qui se forment plus tard autour de l'œuf, il faut distinguer deux catégories d'œufs; Ehrenberg, Huxley [2], Leydig, Gosse, Cohn [3] et d'autres naturalistes ont fait voir que la plupart des Rotateurs donnent naissance à deux sortes d'œufs: les œufs d'été, ou à mince membrane, et les œufs d'hiver, ou à membrane épaisse. Dans les œufs d'été, le développement embryonnaire s'accomplit généralement à l'intérieur du corps de la mère et une coque ou membrane de protection devient dès lors complétement inutile; aussi, sont-ils entourés d'une enveloppe unique, qui est une véritable membrane vitelline, dans le vrai sens qu'il faut accorder à ce mot. L'embryon se développe dans une sorte de matrice, et l'animal est vivipare : comme exemple

[1] Gegenbauer, *Grundzüge der vergleichenden Anatomie.* Leipzig, 1859, p. 270 en note.

[2] Huxley, *Lacinularia socialis, a contribution to the anatomy and physiology of Rotifera.* Trans. of the Microscop. Soc., 1852, t. I, pp. 13 et suivantes.

[3] Cohn, *Ueber die Fortpflanzung der Räderthiere.* Zeitschrift für wiss. Zool., Bd. 7.

de Rotifères vivipares, nous pouvons citer les *Notommata* et les *Rotifera.*

Les œufs d'hiver ou à enveloppe épaisse, au contraire, sont pondus et la mère les attache à des plantes aquatiques ou les entraîne avec elle, après les avoir accolés à sa surface. Ces œufs se distinguent surtout des premiers, en ce qu'ils sont recouverts d'une coque épaisse, destinée à les préserver pendant la saison froide. Cette coque, produite par sécrétion, représente le chorion; le plus souvent elle est lisse, mais quelquefois aussi elle est couverte d'éminences, comme dans le *Notommata Sieboldii*, ou terminée par des facettes comme c'est le cas dans l'*Anuræa serrulata.* Cette coque existe en même temps que la membrane vitelline, qui est immédiatement appliquée sur le vitellus; quelquefois il existe entre la membrane vitelline et la coque un espace rempli d'un liquide transparent.

Mais d'après Huxley [1] et Burnett [2], les œufs d'hiver ne seraient pas des œufs véritables; Huxley les appelle *Pseudova* ou *Ephippial ova,* et les assimile aux œufs d'hiver si connus des *Daphnia.* Et tandis que Leydig ne trouvait entre ces œufs et les œufs d'été de différence autre que celle qui résulte de ce que les œufs d'hiver présentent deux membranes, Huxley soutenait qu'ils s'en éloignent par la nature cellulaire de leur contenu et par leur développement.

Mais, dans un travail récent, M. Cohn [3] a fait voir que le mode de formation des œufs d'hiver chez le *Conochilus volvox,* Ehr., est tout à fait identique à celui des œufs d'été; seulement, l'œuf d'hiver grossit davantage; son vitellus se colore en jaune, puis en brun; et quand l'œuf a atteint à peu près son volume définitif, on voit son contenu se diviser en deux couches : une externe, foncée, formée en grande partie de gouttelettes de graisse; une interne, pâle et incolore. Quant à la signification du phénomène de cette division du contenu de l'œuf, elle n'est pas douteuse pour nous : les éléments nutritifs se séparent de l'élément protoplasmatique qui se condense autour de la vésicule germinative, et la preuve en est qu'on n'a pas observé le phénomène du fractionnement dans ces œufs; cela se conçoit parfaitement : le protoplasme formant avec la vésicule germinative la cellule-œuf tout entière, se

[1] Huxley, *loc. cit.*

[2] Burnett, *Silliman's Amer. Journ.,* 1854, p. 78.

[3] Cohn, *Bemerkungen über Räderthiere.* ZEITSCHRIFT FÜR WISS. ZOOL. Bd. II.

divise sans que les éléments nutritifs, complétement séparés du protoplasme, prennent part à cette division, et le phénomène de la multiplication de la cellule-œuf ne se manifeste pas à la surface du vitellus.

Mais il est clair que le mode de formation des œufs d'hiver, tout à fait semblable à celui des œufs d'été, démontre que les œufs d'hiver sont des œufs véritables et non des pseudova, comme l'ont cru Burnett et Huxley [1].

4° *Développement.*

Au point de vue du développement de l'embryon, au contraire, il faut faire une distinction entre les œufs d'hiver et les œufs d'été.

Kölliker [2] a observé le premier le fractionnement du vitellus dans des œufs de Rotateurs chez le *Megalotrocha alboflavicans*, et peu de temps après, Leydig observa ce phénomène chez le *Notommata* et l'*Euchlanis* [3]. Plus tard, il le constata chez les *Lacinularia* [4], et il reconnut que chez ces derniers ce phénomène se produit avec des caractères tout particuliers. Plus tard, il confirma ses premières observations; il remarqua que la vésicule germinative, au lieu de disparaître, se divise, et que ses portions deviennent les noyaux des globes vitellins. Ces globes vitellins, véritables cellules, donnent naissance à l'embryon [5]. Après le savant naturaliste de Tübingen, plusieurs naturalistes, et Cohn en particulier, ont observé le fractionnement du vitellus dans les œufs d'été de divers Rotateurs.

Quant aux œufs d'hiver, ils paraissent ne pas présenter de segmentation proprement dite. Leydig a remarqué [6], dans l'œuf d'hiver de plusieurs Rotifères, qu'aussitôt qu'une membrane est venue se former autour du vitellus, on voit apparaître dans sa couche périphérique une série de noyaux pâles

[1] Dans son récent travail « *Naturgeschichte der Daphniden* » M. Leydig considère la reproduction par œufs d'été, chez les Rotateurs aussi bien que chez les Daphnides, comme une reproduction par bourgeons (*Knospenbildung*).

[2] *Froriep's neue Notizen*, 1843, Bd. 28.

[3] Isis, 1848, p. 170.

[4] Fr. Leydig, *Zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Lacinularia socialis*. Zeitschrift für wiss. Zool., Bd. III; p. 472.

[5] Idem, *Ueber den Bau und die systematische Stellung der Räderthiere*. Zeitschrift für wiss. Zool. Bd. VI, p. 102.

[6] Idem, *Loco cit.*, p. 102.

présentant beaucoup d'analogie avec les noyaux des globes vitellins qui se forment dans les œufs d'été. Il n'est pas douteux que ces noyaux ne résultent de la division de la vésicule germinative. Seulement, le protoplasme, au lieu de se diviser à la suite de son noyau, reste indivis, de sorte qu'au bout de quelque temps, l'œuf renferme un certain nombre de cellules embryonnaires, distinctes par leur noyau, mais confondues par leur contenu. Le protoplasme se divise ultérieurement autour des différents noyaux. Le même mode de formation du blastoderme a été observé chez beaucoup d'insectes.

M. Cohn n'a pu constater s'il y avait ou non fractionnement dans l'œuf du *Conochilus*. La séparation qui s'opère dans les œufs d'hiver de cet animal, entre l'élément protoplasmatique qui s'accumule au centre de l'œuf, et les éléments vitellins qui se portent à la périphérie, explique très-bien comment il se fait qu'il n'y a pas, dans ces œufs, de véritable fractionnement, celui-ci ne se produisant que quand les deux éléments constitutifs du vitellus restent réunis pendant la multiplication de la cellule-œuf.

Formation de l'œuf. — Il résulte donc des observations des différents naturalistes qui se sont occupés des Rotateurs :

1° Que les Rotateurs présentent souvent un germigène et un vitellogène, et dans ce cas, les germes et les éléments nutritifs du vitellus se forment dans des régions différentes de l'ovaire.

2° Les germes se forment aux dépens d'un protoplasma commun, tenant en suspension des noyaux à nucléole, qui sont autant de jeunes vésicules germinatives, pourvues chacune d'un corpuscule de Wagner.

3° C'est seulement après que le protoplasme s'est divisé autour d'une vésicule germinative pour former avec elle une cellule distincte, que ce protoplasme commence à se charger d'éléments vitellins nutritifs.

4° La quantité de matière nutritive est plus ou moins considérable, suivant qu'il s'agit d'un œuf d'hiver ou d'un œuf d'été; les caractères de la matière vitelline diffèrent assez notablement dans ces deux sortes d'œufs.

Constitution de l'œuf. — L'œuf se constitue :

1° D'une vésicule germinative pourvue d'un corpuscule de Wagner souvent très-volumineux.



2° D'un vitellus composé de deux parties : un liquide protoplasmatique et des éléments vitellins nutritifs tenus en suspension dans le protoplasme. Dans l'œuf d'hiver du *Conochilus volvox*, les deux éléments constitutifs du vitellus se séparent avant le développement.

3° D'une membrane vitelline uniquement, s'il s'agit d'un œuf d'été; d'une membrane vitelline et d'un chorion, s'il s'agit d'un œuf d'hiver.

Développement. — Les œufs d'été présentent le fractionnement total du vitellus, phénomène qui, d'après M. Leydig, commence par la division de la vésicule germinative (*Lacinularia socialis*). Les derniers globes vitellins donnent naissance aux premières cellules embryonnaires, et le noyau de ces cellules semble dériver de la vésicule germinative.

Le développement des œufs d'hiver paraît s'accomplir sans fractionnement du vitellus : la vésicule germinative se divise en un certain nombre de portions qui se portent à la périphérie de l'œuf; la masse protoplasmatique de la cellule-œuf finit par se diviser autour de chacune d'elles pour former autant de cellules embryonnaires, qui se nourrissent aux dépens des éléments nutritifs du vitellus, amassés au centre de l'œuf.

II. — COPÉPODES PARASITES.

De tous les crustacés, les Lernéens sont ceux dont l'organisation est la moins bien connue : vivant en parasites, ces animaux ont longtemps passé inaperçus, et quand on a commencé à s'en occuper sérieusement, on les a étudiés au point de vue zoologique. Il fallait que les formes fussent connues et qu'on les eût classées dans un cadre zoologique, avant qu'on pût s'occuper de l'étude de leur organisation.

Grâce aux beaux travaux de Nordmann [1], Burmeister [2], Kroyer [3], Goodsir [4],

[1] Nordmann, *Mikrog. Beiträge*. Berlin, 1832. — *Neue Beiträge zur Kenttniss Parasitischer Copepoden*. Moskau, 1865.

[2] Burmeister, *Beschreibung einiger neuen oder wenig bekannten Schmarotzerkrebse*. Nov. act. Acad. Leop. Carol. Nat. Cur., vol. XVII, 1835.

[3] Kroyer, Natur. Tidskript. Bd. I, 1837; Bd. II, 1838; Isis, 1840 et 1841.

[4] Goodsir, *Sur le développement des œufs du Caligus et sur les métamorphoses que ce crustacé éprouve*. Ann. sc. nat., 2e série, 1842.

P.-J. Van Beneden [1], Thorell [2], Hensen [3], Steenstrup et Lutken [4], et d'autres encore, le groupe des Lernéens, qui, il y a quelques années, comprenait à peine quelques espèces, s'est enrichi d'un grand nombre de formes nouvelles, et aujourd'hui la division des Copépodes parasites est certainement une des plus riches de tout l'embranchement des articulés.

Mais si la morphologie générale des Lernéens est aujourd'hui assez bien connue, on ne peut en dire autant de leur anatomie et de leur embryogénie; très-peu de naturalistes s'en sont occupés; les seuls que l'on puisse citer sont : Rathke, Van Beneden, Leydig et surtout Claus, à qui nous sommes redevables de travaux anatomiques d'une haute valeur scientifique sur ce groupe si intéressant.

Dans son beau travail sur l'anatomie et le développement de l'*Achteres percarum*, M. Claus a décrit l'appareil sexuel de ce Lernéen à différents états de développement, et il a traité en même temps la question du mode de formation de l'œuf.

Chez les tout jeunes individus, l'appareil sexuel est formé de deux parties similaires, consistant chacune en un germigène pyriforme, qui se continue par un conduit excréteur. Celui-ci décrit, dans le voisinage de la glande, quelques circonvolutions et se porte ensuite, en ligne droite, vers l'extrémité postérieure du corps. La partie terminale de l'ovaire renferme de jeunes noyaux, tandis que la partie voisine de l'entrée du conduit excréteur est gorgée de germes entièrement formés. Chez la femelle adulte, on trouve, dans le conduit excréteur, des œufs plus ou moins chargés de gouttelettes de graisse, et par là complétement opaques. Ces œufs, en se développant, ont soulevé les parois du canal excréteur, de façon à former un grand nombre de cœcums, qui s'ouvrent dans le canal excréteur et dans chacun desquels se développent un ou plusieurs œufs.

[1] P.-J. Van Beneden, *Recherches sur quelques crustacés inférieurs.* Ann. sc. nat, 3e série, t. XV. — *Recherches sur la faune littorale de Belgique.* Crustacés, 1860.

[2] Thorell, *Bidrag till Kännedomen om Krustaceer.* Copenhague, 1859.

[3] Hensen, *Reise der Oesterrheichischen Fregatte Novara.* Zoologische Theil. II Bd. Crustaceen. Wien., 1865.

[4] Steenstrup et Lutken, *Bidrag till Kundskab om det aabne Havs Snyltekrebs og Lernœer.* Copenhague, 1861.

A cette phase du développement de l'appareil sexuel, le germigène devient très-difficile à découvrir. Il est encore rempli de germes, à différents états de développement, et le contenu de la glande fournit un grand nombre de cordons ramifiés, qui s'engagent dans la cavité du conduit excréteur et qui sont formés d'une série de germes accolés les uns aux autres. Ces cordons, M. Claus les considère comme des bourgeons qui ne peuvent se développer dans la cavité du corps de l'animal, mais qui poussent dans la cavité de l'oviducte.

Mais la constitution de l'appareil sexuel femelle est loin d'être uniforme dans le groupe des Lernéens, et il y a lieu de distinguer chez ces animaux deux types différents, dont le premier est réalisé chez les *Chondracanthes*.

Le *Chondracanthus cornutus* de *Platessa vulgaris* et le *Chondracanthus soleæ* de *Solea vulgaris* se prêtent mieux que les autres espèces du même genre à ces recherches délicates. Ce sont surtout ces deux espèces qui ont servi d'objet à nos recherches.

Dans les tout jeunes Chondracanthes, l'appareil sexuel consiste en un tube renflé à son extrémité, en une ampoule de forme assez irrégulière (pl. VII, fig. 1), et en quelques cœcums qui s'ouvrent latéralement dans le tube médian (pl. VII, fig. 2).

Les parois du tube sont formées par une simple membrane anhiste dépourvue d'une couche de cellules épithéléales. L'ampoule terminale, qui donne naissance aux germes, renferme, dans sa partie supérieure, des noyaux cellulaires à nucléole réfringent, séparés les uns des autres par un liquide visqueux, transparent et finement granuleux : c'est le protoplasme commun à noyaux, que nous avons rencontré dans les différents groupes dont nous nous sommes occupé; c'est aux dépens de ce protoplasme que se forment les germes des œufs. Ces germes se présentent dans la partie inférieure de l'ampoule terminale, comme aussi dans les cœcums latéraux de l'ovaire, sous forme de belles cellules, complétement isolées les unes des autres, et on y distingue nettement un corps protoplasmatique autour d'un noyau clair qui est la vésicule germinative.

Si l'on examine l'ovaire d'un Chondracanthe complétement adulte, on trouve qu'il ne se distingue de celui du jeune animal, tel que je viens de le

décrire, qu'en ce que les cœcums latéraux ont pris un grand développement; souvent cet accroissement est tel, que les cœcums soulèvent les parois du corps, en formant à sa surface des bosselures plus ou moins développées.

Chacun de ces cœcums renferme alors, à côté des germes qui se présentent toujours sous forme de cellules protoplasmatiques parfaitement transparentes, des œufs très-développés, dans le protoplasme desquels il s'est formé un grand nombre de granules vitellins et de gouttelettes graisseuses. Ces œufs sont plus ou moins opaques; quand ils sont complétement développés, il est très-difficile d'y retrouver encore la vésicule germinative; mais ce qu'il y a d'essentiel à remarquer, c'est que ces œufs sont tout à fait indépendants les uns des autres et qu'ils ne sont aucunement accolés aux germes qui se trouvent à côté d'eux dans les mêmes cœcums et qui, eux aussi, sont entièrement isolés (pl. VII, fig. 3). La structure de l'ampoule terminale, qui représente le germigène, est restée la même, et jamais on n'y rencontre de germes ayant le protoplasme chargé d'éléments réfringents. C'est dans les cœcums latéraux de l'ovaire que les germes élaborent les éléments nutritifs du vitellus; aussi, je considère cette partie de l'appareil sexuel, non pas comme oviducte, mais comme représentant le vitellogène des Nématodes et des Rotateurs.

Les germes des œufs présentent des mouvements amœboïdes, que nulle part je n'ai vus aussi distinctement. J'ai vu une même cellule prendre successivement, dans l'espace de quinze minutes, toutes les formes que j'ai figurées (pl. VII, fig. 4, *a, b, c, d, e, f, g, h*); une autre se modifier successivement, comme je l'ai figurée (pl. VII, fig. 5, *a, b, c, d, e, f, g*). C'est un des plus beaux phénomènes auxquels on puisse assister que de voir ces premiers rudiments de l'œuf manifester déjà si clairement à la vue la vie qui les anime.

Mais ces phénomènes de vitalité ne se bornent pas à des transformations de forme; j'ai vu, sous le microscope, de jeunes cellules se mouler, pour ainsi dire, sur les particules solides en suspension dans le liquide qui les baignait, les entourer de leur substance et les faire ainsi pénétrer dans leur masse. Pour être plus certain du phénomène que j'avais vu plusieurs fois déjà se produire sous mes yeux, j'ai placé dans la solution d'albumine, où se trouvaient ces cellules, des granulations de carmin, et j'ai vu celles-ci pénétrer

dans la substance de ces cellules, après s'être d'abord accolées à leur surface.

Il ressort clairement de ce double fait, des mouvements amœboïdes de ces cellules et de la propriété qu'elles possèdent d'absorber des granules solides en suspension dans le liquide qui les baigne, qu'il n'existe pas autour d'elles de membrane cellulaire. Il est, du reste, impossible de distinguer une membrane à double contour autour des œufs retirés de l'ovaire.

Je n'ai jamais pu reconnaître de membrane autour des œufs contenus dans l'ovaire; jamais non plus, je n'ai vu la membrane, qui entoure immédiatement les œufs contenus dans les ovisacs, se former aux dépens du protoplasme de l'œuf; elle se forme rapidement autour des œufs au moment où ils traversent l'oviducte pour passer dans l'ovisac. Je crois que cette membrane doit être considérée comme un chorion, tandis que la seconde membrane, qui entoure lâchement les œufs, est une dépendance des ovisacs. Ceux-ci se forment aux dépens du produit de sécrétion de deux glandes qui s'ouvrent à la partie inférieure de l'oviducte, et que les naturalistes allemands désignent sous le nom de *Kittdrüsen*.

2me TYPE. — Dans la plupart des Copépodes parasites, tels que les *Caligus*, les *Clavella*, les *Congericola*, les *Lernanthropus*, et en général tous ceux dont les ovisacs ne renferment qu'une seule rangée d'œufs, superposés les uns aux autres comme les pièces d'une pile de monnaies, l'appareil sexuel est constitué d'une autre manière. Le germigène consiste en un organe ovoïde ou pyriforme situé, soit dans la région céphalique [1] (*Caligus*), soit vers la limite entre les somites à appendices et ceux qui en sont privés (*Congericola, Lernanthropus*). Il est formé d'une membrane anhiste qui se continue avec la paroi d'un germiducte; celui-ci s'insère à l'extrémité antérieure du germigène; il présente une longueur variable et son diamètre est toujours très-peu considérable. Le germiducte s'élargit brusquement en un tube beaucoup plus large dans lequel les œufs, aplatis et superposés les uns aux autres pour former une véritable pile, se chargent d'éléments nutritifs. Cette partie de l'appareil sexuel représente véritablement le vitellogène : c'est à son intérieur que se

[1] Par région céphalique, nous entendons l'ensemble des somites correspondant aux antennes, aux mandibules, aux mâchoires et aux pieds-mâchoires.



forme le vitellus. Le vitellogène décrit dans l'abdomen des circonvolutions caractéristiques pour les différents genres. Dans les Caliges, il descend le long du bord externe de l'abdomen, puis se replie pour se porter en avant; bientôt il se courbe de nouveau et enfin se dirige en formant des sinuosités jusqu'à l'entrée des ovisacs. Dans le genre *Congericola,* le vitellogène descend dans l'abdomen le long de son bord externe; arrivé à l'extrémité postérieure du corps, il forme une courbe à concavité antérieure, puis il se porte en avant en longeant le tube digestif, et vers le milieu de la longueur du corps, il se continue avec l'oviducte. Généralement, la membrane anhiste des vitellogènes est tapissée, comme chez les Congéricoles, par exemple, d'une couche de cellules épithéliales.

Dans la description des produits sexuels, je prendrai pour type les *Congericola,* qui se prêtent parfaitement à l'étude des différentes parties de l'ovaire. Si, après avoir isolé le germigène, on vient à ouvrir cette glande, on reconnaît aisément que sa cavité était remplie par un filament très-délié, entortillé et pelotonné sur lui-même. La plus grande partie de ce filament se montre, sous les plus forts grossissements, formée d'un simple cordon protoplasmatique, où il n'est pas possible de reconnaître des cellules distinctes. Ce cordon est constitué d'une matière transparente et finement granuleuse, dans laquelle on découvre un grand nombre de noyaux cellulaires de très-petite dimension. Mais dans le voisinage du germiducte, il se montre constitué de cellules distinctes, renfermant chacune un de ces petits noyaux. Ces noyaux deviennent très-apparents, si l'on observe ces cellules dans une solution de 0,5 p. % de chromate neutre de potasse. Il résulte clairement de l'étude de ce cordon en différents points de son étendue, que la formation des cellules dont il se constitue, dans le voisinage du germiducte, résulte du fendillement de la masse granuleuse du cordon protoplasmatique autour des différents noyaux. Ce cordon protoplasmatique se prolonge jusque dans le germiducte, où il se montre constitué de cellules protoplasmatiques claires et transparentes, aplaties en forme de disques, et à la partie inférieure du germiducte, il se trouve en continuité directe avec la pile d'œufs contenus dans le vitellogène. Ces œufs ne sont que les disques du cordon ovarien du germiducte, dans le corps protoplasmatique desquels se sont déposés des éléments réfringents.

Tous les œufs contenus en même temps dans le vitellogène arrivent simultanément à leur maturité; ils sont évacués au même moment; le vitellogène, devenu vide, reçoit une nouvelle portion du cordon ovarien, et chacune des cellules dont il se constitue devient un œuf.

Jamais je n'ai pu distinguer autour du cordon ovarien retiré du germigène une couche de cellules épithéliales, comme celle que M. Claus a décrite chez les *Caligus*. Chez les Caliges, pas plus que chez les Congéricoles, le contenu du germigène n'est un tube entortillé dont les parois seraient constituées par une couche de cellules épithéliales; c'est, au contraire, un cordon formé de cellules toutes semblables, ayant toutes la même valeur et toutes destinées à devenir des œufs. On observe, du reste, en étudiant les modifications successives que subissent ces cellules, après leur entrée dans le vitellogène, que le protoplasme, d'abord transparent, devient granuleux à la périphérie des cellules. Ces granules envahissent peu à peu tout le protoplasme; ils grandissent dans le cours du développement de l'œuf et deviennent de véritables gouttelettes formées d'une substance réfringente.

Mais comment se forme ce cordon ovarien?

En examinant avec soin le germigène, on n'a pas de peine à se convaincre que le fond de la glande n'est pas occupé par le cordon pelotonné qui remplit tout le reste du germigène, mais par une masse granuleuse formée d'une matière protoplasmatique tenant en suspension des noyaux de très-petite dimension. Quoique je n'aie pu apercevoir la continuité entre le cordon protoplasmatique et la masse granuleuse du fond de la glande, je ne doute pas qu'il ne se forme aux dépens de ce liquide protoplasmatique; il est, du reste, constitué primitivement de cellules fusionnées par leur corps et distinctes seulement par leur noyau; il me paraît indubitable que le mode d'oogenèse est, au fond, identique dans tous les crustacés.

Constitution de l'œuf. — L'œuf, chez tous les Lernéens se constitue : 1° d'une vésicule germinative incolore et transparente. Le plus souvent, il n'est plus possible de distinguer la vésicule germinative dans l'œuf arrivé à son complet développement; mais je crois qu'il ne faut nullement accepter comme vraie l'idée, qui se présente tout naturellement, de la disparition de la vésicule

germinative. La facilité avec laquelle une vésicule aussi délicate peut échapper au sein d'une émulsion, la petitesse de cette vésicule chez beaucoup de Lernéens, enfin l'opacité extrême du vitellus, sont des faits qui rendent parfaitement compte de la difficulté que l'on éprouve à démontrer son existence dans les œufs arrivés à leur complet développement.

2° La vésicule germinative tient en suspension un petit corpuscule solide fort réfringent (quelquefois plusieurs corpuscules), qui représente la tache de Wagner.

3° Le vitellus se constitue essentiellement de deux éléments parfaitement distincts par leur nature, leur origine et tous leurs caractères extérieurs : le protoplasme, qui fait partie intégrante de la cellule-œuf, et qui, dès le début du développement de l'œuf, entoure les vésicules germinatives; et les éléments nutritifs, en suspension dans le protoplasme; ils prennent naissance dans une partie spéciale du tube désigné sous le nom de vitellogène.

4° Une seule membrane entoure le vitellus; elle est tantôt incolore, tantôt de couleur jaunâtre; elle est probablement formée de chitine et paraît être un chorion dans le vrai sens du mot. Cette membrane porte à l'un des pôles de l'œuf, chez le *Chondracanthus soleæ*, un petit orifice de forme elliptique, circonscrit par un petit bourrelet résultant d'un épaississement du chorion. De là partent, en rayonnant, de très-faibles plis de la membrane. Cet orifice est évidemment un micropyle et son existence démontre que la membrane qui entoure l'œuf au moment de la ponte se forme avant la sortie de l'oviducte. La fécondation s'opère, en effet, au moment du passage de l'œuf de l'oviducte dans l'ovisac.

Je n'ai pu découvrir cet orifice chez les autres *Chondracanthus* dans les premiers temps du développement. Mais, chez ces animaux, l'œuf présente, au début, une forme parfaitement sphérique, et ce n'est que plus tard qu'il prend une forme ovale. Je ne m'étonne pas de n'avoir pu trouver le micropyle dans ces œufs, qui, à cause de leur forme sphérique, peuvent prendre une infinité de positions sur le porte-objet du microscope, tandis que ceux qui ont la forme ovale ont toujours le grand axe parallèle au plan sur lequel ils reposent. Et comme le micropyle se trouve toujours à l'extrémité de ce grand axe, qui est l'un des pôles de l'œuf, la place qu'il faut examiner pour le décou-

vrir est parfaitement déterminée. Il n'en est pas de même quand les œufs ont la forme sphérique; ils ont alors une infinité de pôles, et les points à examiner pour découvrir le micropyle ne sont plus déterminés. Mais chez les Copépodes libres, aussi bien que chez les divers Lernéens que j'ai étudiés, l'œuf devient toujours ovale au moment de la formation du blastoderme, alors même qu'il est sphérique au début du développement. Les Chondracanthes sont aussi dans ce cas. Quand l'œuf a pris cette forme ellipsoïdale, on y reconnait distinctement le micropyle avec tous les caractères qu'il présente, avant le fractionnement, chez ceux qui, dès le début, ont la forme ovale.

Je n'ai pu découvrir un micropyle dans aucun autre genre de crustacés lernéens.

Une seconde membrane entoure les œufs des Lernéens, après leur arrivée dans l'ovisac; mais celle-ci est une dépendance de l'ovisac lui-même et ne doit pas être considérée comme une membrane de l'œuf.

Chez les *Anchorella*, les *Clavella*, les *Eudactilina*, les *Lerneonema*, etc., l'œuf se constitue absolument des mêmes parties.

Développement. — Les premiers phénomènes embryonnaires chez les Lernéens ont été étudiés par M. Émile Bessels et par moi-même, et nous avons publié en commun les résultats de nos recherches sur le mode de formation du blastoderme chez ces animaux. Nous avons été conduits à distinguer dans ce groupe d'animaux si bizarres, deux types de développement bien distincts, dont l'un, réalisé chez les Chondracanthes, est caractérisé en ce que le vitellus subit le phénomène du fractionnement total, tandis que dans l'autre il n'existe pas de traces de ce phénomène.

1er TYPE. — *Chondracanthus*. La segmentation du vitellus s'opère chez ces animaux avec des caractères tout particuliers : il se forme successivement 2, 3, 4 et 8 globes, qui résultent de l'apparition, à la surface du vitellus, de sillons qui s'avancent progressivement vers le centre de l'œuf, de façon à diviser successivement la masse vitelline en 2, 3, 4 et 8 parties. Dès que l'œuf est divisé en huit segments, chacun de ceux-ci se divise directement en quatre parties nouvelles, et cette division commence par celle des noyaux, qui, eux

aussi, se divisent directement en quatre parties. Il se forme ainsi 32 globes, qui, à leur tour, se divisent chacun en quatre portions, de telle manière que le nombre des segments passe directement de 32 à 128. Mais au moment où l'œuf présente 32 segments, une séparation entre le protoplasme de l'œuf et les éléments nutritifs du vitellus commence à se produire : les éléments nutritifs du vitellus s'amassent au centre de l'œuf et le protoplasme entrainant les noyaux des globes est refoulé à la périphérie; quand la division de l'œuf en 128 segments s'est effectuée, la séparation entre les deux éléments constitutifs du vitellus est déjà plus complète, et, à la fin du fractionnement, on trouve au centre de l'œuf un amas de matières nutritives, entouré d'une couche de cellules protoplasmatiques situées à la périphérie, où elles forment le blastoderme.

Les éléments de la première couche cellulaire de l'embryon ne sont donc que des segments vitellins débarrassés des éléments nutritifs dont la cellule-œuf s'était chargée dans le vitellogène. *Le protoplasme de ces cellules est une partie du protoplasme de la cellule germinative primitive, et les noyaux ne sont probablement que des portions de la vésicule germinative,* noyau de la cellule-œuf.

Il est à remarquer que les plans de division qui se produisent successivement pendant le fractionnement passent tous par le centre idéal de l'œuf, de sorte que chaque segment a toujours la forme d'une pyramide, dont la base est tournée vers la périphérie de l'œuf et dont le sommet se trouve au centre. Tous les segments ont donc la même valeur et se conduisent de la même manière : ils se débarrassent tous en même temps des éléments nutritifs; tous concourent donc à former l'amas de matières nutritives accumulées au centre de l'œuf, et tous aussi fournissent une cellule au blastoderme.

Il en résulte que la formation du blastoderme n'est pas un phénomène se produisant après le fractionnement du vitellus; la segmentation doit être considérée comme n'étant qu'une première phase de la formation du blastoderme.

2me TYPE. — Dans le deuxième type de développement se rangent les genres *Caligus, Anchorella, Clavella, Lernea* et *Eudactylina,* qui ont un

mode de formation du blastoderme, en apparence complétement différent de celui des Chondracanthes; mais, au fond, les phénomènes sont les mêmes.

Ici le premier phénomène qui se produit dans l'œuf fécondé consiste dans la séparation du protoplasme d'avec les éléments nutritifs du vitellus. Le protoplasme se porte autour de la vésicule germinative et la cellule-œuf occupe dès lors le centre d'un amas de matières nutritives, qui, à partir de ce moment, ne font plus aucunement partie de la cellule. L'œuf de ces crustacés ressemble alors à un œuf de Trématode ou de Cestoïde. La cellule-œuf se divise en deux cellules-filles qui se multiplient à leur tour; mais les éléments nutritifs du vitellus ne prennent point part à cette division; les quelques cellules ainsi formées se portent à la périphérie de l'œuf; dès ce moment elles continuent à se multiplier. Elles forment d'abord une zone cellulaire peu étendue, appliquée comme une calotte sur une petite partie de la surface du vitellus; elles continuent à se multiplier; la zone s'étend de plus en plus et finit par englober complétement la masse de matières nutritives. Ici donc, comme chez les Chondracanthes, la formation du blastoderme résulte d'un double phénomène : la multiplication par division de la cellule-œuf, et la séparation des éléments nutritifs d'avec le protoplasme de l'œuf. Ces deux phénomènes se produisent *simultanément chez les Chondracanthes;* ils ont lieu *successivement ici;* voilà la seule différence entre ces deux modes de développement, si différents en apparence.

III. — COPÉPODES LIBRES.

Grâce aux travaux de MM. von Siebold [1], Fischer [2], Zenker [3], Claus [4] et Leydig [5], l'étude anatomique des Copépodes a fait en peu de temps de grands

[1] C. Th. von Siebold, *Beiträge zur Naturgeschichte wirbelloser Thiere,* Dantzig. 1839.

[2] Fischer, *Beiträge zur Kentniss der in der Umgegend von St-Petersburg sich findenden Cyclopiden.* Bull. soc. imp. nat. de Moscou, 1852-53.

[3] Zenker, *Ueber die Cyclopiden des süssen Wassers.* Troschel's archiv, XX, 1854, p. 89.

[4] Claus, *Zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Copepoden.* Ibid., XXIV.

Idem, *Die freilebenden Copepoden mit besonderer Berüksichtigung der Fauna Deutschlands, der Nordsee und des Mittelmeeres.*

[5] Leydig, *Bemerkungen über den Bau der Cyclopiden.* Ibid., XXV.

progrès, et on possède aujourd'hui sur l'organisation de ces crustacés des données exactes et positives.

La constitution de l'appareil sexuel femelle et le mode de formation de l'œuf sont peut-être mieux connus chez ces animaux que dans n'importe quel groupe de crustacés.

L'appareil sexuel femelle se constitue chez les Copépodes libres d'un germigène unique, de forme ovoïde à grosse extrémité antérieure, placé sur la ligne médiane, d'où part, à droite et à gauche, un tube large, que Zenker et Claus désignent sous le nom de conduit ovifère (Eierschlauch), tout en reconnaissant que c'est dans ces organes que se forme le vitellus. Cette partie de l'appareil femelle nous paraît mériter parfaitement le nom de vitellogène; les germes, arrivés dans ces conduits, se chargent d'éléments nutritifs, qui prennent naissance dans leur protoplasme et leur enlèvent la transparence qu'ils présentaient au moment de sortir du germigène. Dans son grand travail sur les Copépodes libres, M. Claus reconnaît que c'est à tort qu'il a autrefois attribué aux Cyclopes deux germigènes, et qu'il a émis l'opinion que chacun des tubes ovifères s'élargit notablement à sa partie antérieure en une ampoule terminale spécialement affectée à l'élaboration des germes.

M. Claus a étudié avec beaucoup de soin le mode de formation des produits sexuels. Si l'on examine à un fort grossissement la partie terminale du germigène, on voit qu'elle est remplie d'un liquide transparent et finement granuleux, tenant en suspension des noyaux cellulaires de forme et de grandeur assez variables. C'est le protoplasme commun que l'on retrouve dans les différents groupes du règne animal, et qui tient en suspension les jeunes vésicules germinatives, au début du développement des germes. Dans le voisinage de l'entrée du vitellogène, on voit ces noyaux, devenus de véritables vésicules germinatives, entourés d'une couche parfaitement limitée de ce liquide protoplasmatique; on reconnaît facilement dans ces éléments les cellules germinatives ou germes, qui vont passer dans le vitellogène pour se charger d'éléments réfringents destinés à nourrir le futur embryon. Ce n'est que dans son grand travail : *Die freilebenden Copepoden,* que le savant professeur de Marbourg a véritablement reconnu la nature du germigène et le mode d'oogenèse chez ces crustacés inférieurs. Dans ses travaux antérieurs,

il avait considéré le germigène comme fournissant uniquement les vésicules germinatives, et il pensait que le vitellus ne venait que secondairement entourer la vésicule de Purkinje, qui, d'après lui, aurait été la première partie formée de l'œuf. Mais ses recherches ultérieures lui ont démontré que la partie essentielle du vitellus, le protoplasme, se forme en même temps que la vésicule germinative à l'intérieur du germigène, et que la partie accessoire du vitellus, les éléments nutritifs seuls, se forme dans le vitellogène. Mes recherches sur les *Arpacticus* et les *Cyclops* m'ont conduit aux mêmes conclusions : la cellule germinative, constituée comme je viens de le dire, d'un corps protoplasmatique, tenant en suspension une vésicule germinative à nucléole, arrive dans le vitellogène et là se charge des éléments secondaires ou nutritifs. J'ai observé, chez les *Arpacticus* aussi bien que chez les *Cyclops,* que ces éléments vitellins se forment à l'intérieur même des jeunes œufs, comme M. Leydig l'a reconnu depuis longtemps, et, sous ce rapport, les Copépodes se trouvent dans le même cas que tous les crustacés que j'ai eu l'occasion d'étudier.

L'œuf arrivé dans l'ovisac est entouré d'une membrane distincte. Cette membrane est-elle une membrane vitelline ou un chorion? D'après M. Claus, elle se forme dans la partie inférieure du vitellogène aux dépens de la couche externe du vitellus et elle doit être considérée, d'après cela, comme une membrane vitelline véritable. Jamais je n'ai pu trouver de trace d'une membrane autour des œufs contenus dans le vitellogène. Au contraire, les œufs contenus dans les ovisacs s'en sont constamment montrés pourvus. Je crois que cette membrane ne peut être considérée comme une membrane vitelline, mais qu'elle est un produit de sécrétion des cellules épithéléales de l'oviducte, par conséquent, un vrai chorion.

L'œuf des Copépodes, formé par le concours de deux glandes distinctes, est donc constitué d'une cellule protoplasmatique, qui, en traversant le vitellogène, s'est chargée d'éléments nutritifs ou vitellins; ceux-ci sont tenus en suspension dans le protoplasme et forment avec lui le vitellus. Il est entouré d'une membrane qui paraît se former autour de l'œuf au moment de son passage de l'oviducte dans l'ovisac. Ce n'est donc pas une membrane vitelline, mais un vrai chorion.

Développement. — M. Claus a constaté le premier que les œufs des Copépodes présentent le phénomène du fractionnement total; mais il ne se prononce pas sur la question de savoir si la vésicule germinative disparaît dans l'œuf fécondé pour être remplacée par un noyau de nouvelle formation; il n'a pas vu non plus quelle est la relation existante entre les derniers globes vitellins et les cellules du blastoderme.

Nous avons suivi de près, M. E. Bessels et moi, les premiers phénomènes embryonnaires qui se produisent dans les œufs du *Cetochilus septentrionalis* et de l'*Arpacticus chelifer*, et tout nous porte à croire que la vésicule germinative se divise en deux portions qui deviennent les noyaux des premiers globes vitellins [1].

A la fin du fractionnement, on voit les divers segments vitellins, tous de forme pyramidale, occuper tout le pourtour de l'œuf et une séparation s'effectuer peu à peu entre les éléments nutritifs du vitellus qui s'accumulent au centre de l'œuf, et le protoplasme des divers globes qui, entraînant le noyau de ces globes, se porte à la périphérie de l'œuf pour y former les cellules du blastoderme.

IV. — ISOPODES ET AMPHIPODES.

Au point de vue de la constitution de l'appareil femelle, du mode de formation et de la composition de l'œuf, du développement enfin, les Isopodes et les Amphipodes présentent entre eux des analogies telles, que je crois pouvoir, sans inconvénient, étudier simultanément dans ces deux groupes les diverses questions qui se rapportent à l'œuf.

L'appareil sexuel femelle des Amphipodes et des Isopodes est formé de deux utricules cylindriques, étendus dans la cavité du corps, parallèlement au tube digestif, depuis le premier jusqu'au septième segment thoracique. De leur milieu ou d'un point situé un peu plus en arrière, généralement au cinquième segment, on voit partir un canal excréteur, qui se porte en dehors et en bas pour s'ouvrir à l'extérieur par un orifice circulaire situé à la face

[1] Édouard Van Beneden et Émile Bessels, *Mémoire sur la formation du blastoderme chez les Amphipodes, les Lernéens et les Copépodes.* Mém. cour. et des sav. étr. de l'Acad. roy. de Belg., t. XXXIV.



interne des épimères de la cinquième paire. Les œufs évacués par ces oviductes sont reçus dans une poche incubatrice, où ils sont maintenus par des appendices flabelliformes, qui s'insèrent sur l'article basilaire des pattes thoraciques. Là les œufs accomplissent leur évolution; ils y restent jusqu'au moment de leur éclosion.

L'appareil sexuel des Isopodes a été étudié par MM. Leuckart [1] et Lereboullet [2]; les Amphipodes ont été l'objet de travaux plus nombreux et plus complets; Bruzelius [3], Spence Bate [4] et de la Valette Saint-Georges [5] s'en sont successivement occupés.

Deux utricules allongés constituent la partie essentielle de l'appareil femelle, les ovaires. On a généralement décrit ces ovaires comme étant des tubes cylindriques, dans lesquels on trouve des œufs à différents états de développement; les œufs les plus jeunes occuperaient la partie périphérique des utricules, tandis que la partie centrale serait occupée par des œufs beaucoup plus avancés dans leur développement.

Dans son article *Zeugung,* publié dans la Physiologie de R. Wagner, M. Leuckart dit, en parlant de l'appareil sexuel des Isopodes : « Die ausgebildeten Eier nehmen ganz constant die Innenseite des Eierstocksschlauches; die jüngsten dagegen die entgegenliegende aussere Seite desselben in ihrer ganzen Länge ein. Nur die äussere Hälfte der Eierstocksröhre ist die Bildungsstätte der Eier. » Cette observation, qui peut être appliquée à tous les Isopodes aussi bien qu'aux Amphipodes, a passé inaperçue, et les auteurs qui, après M. Leuckart, se sont occupés de l'étude de l'ovaire de ces crustacés, ont complétement méconnu cette remarquable disposition.

[1] Leuckart, dans *Handwörterbuch der Physiologie* de R. Wagner. Art. *Zeugung,* vol. IV, p. 807.

[2] Lereboullet, *Mém. sur les Crustacés de la famille des Cloportides,* p. 113. — *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Strasbourg,* 1853, t. IV.

[3] Bruzelius, *Beitrag zur Kenntniss des inneren Bau der Amphipoden (aus der Ofversigt af. kgl. Vetenskaps.* — AKAD. FÖRHANDHISGER, 1859, n° 1. *Uebersetz von Dr Creplin in* TROSCHEL 's ARCHIV, t. XXV, 1859.

[4] Spence Bate, *On the British Edriophthalmata im Report of the 25 meeting of the British Association for the advencement of science, held at Glaskow in 7bre 1855,* London, 1866. — *A synopsis of the British Edriophthalmous Crustacea.* ANNALS OF NAT. HIST., 2e série, t. XIX.

[5] De la Valette Saint-Georges, *Studien über die Entwickelung der Amphipoden.* Halle, 1860.

J'ai pu, dans le cours de mes recherches, constater un grand nombre de fois l'exactitude de la description que M. Leuckart avait donnée de l'ovaire des *Asellus*. J'ai rencontré cette disposition non-seulement chez les Isopodes (*Ligia, Oniscus, Asellus*), mais aussi chez tous les Amphipodes, où elle a échappé aux différents naturalistes qui s'en sont occupés, et spécialement à M. de la Valette.

Chez tous ces animaux il faut distinguer, dans toute la longueur de l'ovaire, deux parties bien distinctes : l'une située, du côté externe, se présente sous forme d'une bande étroite et renferme uniquement de jeunes œufs, à différents états de développement (pl. VIII, fig. 8 *b;* pl. IX, fig. 1 *a*); toujours ces germes sont complétement transparents et ils se constituent exclusivement des éléments qui font partie intégrante de la cellule-œuf : d'un corps protoplasmatique, d'un noyau (vésicule germinative) et d'un nucléole (corpuscule de Wagner). Cette bande étroite où les germes prennent naissance représente évidemment le germigène des autres crustacés; c'est dans cette portion du tube sexuel exclusivement que les germes se forment et se multiplient. La plus grande partie du tube, située du côté interne relativement à la première, est remplie par des œufs qui sont tous arrivés au même degré de développement; ils sont toujours plus ou moins chargés d'éléments nutritifs, de granules vitellins et de gouttelettes d'une substance très-réfringente. Comme ces éléments sont généralement colorés chez les Isopodes et les Amphipodes, il en résulte qu'au premier coup d'œil cette région interne du tube se distingue du germigène par sa coloration; celui-ci apparaît comme une bande blanchâtre appliquée sur le vitellogène. C'est dans cette région interne que les germes formés dans le germigène se chargent d'éléments nutritifs, et que l'œuf atteint son entier développement. Il faut donc considérer cette partie du tube sexuel comme un vitellogène, et il en résulte que la division du travail physiologique existe chez ces crustacés dans la largeur de l'utricule ovarien, tandis que, en général, chez les Nématodes, les Lernéens et beaucoup d'autres animaux, la division existe dans la longueur. Chez la plupart des Nématodes, où l'appareil sexuel se constitue aussi d'un tube très-allongé, les germes se forment près de l'extrémité aveugle et se chargent d'éléments vitellins dans une portion plus ou moins éloignée de cette extrémité; ici, au

contraire, les germes se forment dans toute la longueur du tube sexuel, suivant une bande située à son côté externe, et ils ne se chargent d'éléments nutritifs que lorsqu'ils ont atteint sa partie interne, après s'être déplacés transversalement. On se rappelle qu'une disposition tout à fait semblable a été signalée chez un certain nombre de Nématodes : les *Trichocéphales*, les *Trichosomes* et les *Trichines*.

Structure de l'ovaire. — Les utricules allongés qui représentent l'ovaire sont recouverts d'une couche mince de tissu conjonctif, formé d'une substance fondamentale granuleuse, où l'on distingue des noyaux cellulaires de forme et de dimensions très-variables. Ils ont des contours très-délicats et sont généralement pourvus d'un nucléole. On reconnaît facilement dans ce tissu la présence d'espaces clairs souvent très-étendus, qui paraissent être des lacunes remplies d'une liquide transparent. Quelquefois, comme chez les *Asellus*, on y trouve aussi des cellules pigmentaires, dont la forme varie excessivement et qui, parfois, paraissent être désorganisées de façon à ne laisser dans la substance fondamentale du tissu que des traînées informes de granules pigmentaires. Cette couche représente évidemment la lame de tissu conjonctif, qui, chez les insectes, entoure les tubes ovifères et qui portent les dernières ramifications des trachées. A mon avis, elle représente aussi le tissu conjonctif fondamental de l'ovaire des mammifères, et les utricules sexuels des Édriophthalmes sont plongés dans ce tissu, à peu près comme les tubes ovariens des jeunes mammifères.

Sous cette couche se trouve la membrane anhiste fondamentale qui forme, si l'on peut s'exprimer ainsi, la charpente de la glande. Cette membrane est tapissée, sur toute sa surface interne, par une couche de cellules épithéléales, mais cet épithéléon existe seulement dans la partie interne du tube sexuel, celle que je considère comme représentant le vitellogène. *Les parois du germigène sont dépourvues d'un épithéléon* proprement dit.

Les cellules épithéléales ont des dimensions qui varient beaucoup d'un genre à l'autre; elles sont, en général, complétement transparentes, à contours peu marqués et pourvues d'un noyau granuleux dont le diamètre mesure environ le tiers de celui de la cellule. Ce noyau granuleux renferme un

nucléole, qui paraît être un petit corpuscule solide, réfractant fortement la lumière. Ces cellules présentent toujours des caractères particuliers qui permettent de les distinguer facilement des jeunes œufs. L'épithéléon envoie souvent à l'intérieur des tubes ovariens des prolongements, en forme de cloisons transversales, qui divisent le tube en un certain nombre de compartiments, dans chacun desquels se trouve un œuf; quelquefois, comme dans le genre *Dermophilus* (Ed. Van Ben. et Em. Bess.), ces prolongements sont de véritables lames cellulaires qui séparent complétement dans le vitellogène deux œufs voisins. Chaque œuf se trouve alors dans une capsule cellulaire close.

Il arrive même quelquefois, comme chez l'*Asellus aquaticus*, par exemple, que la membrane anhiste qui forme la charpente de la glande s'infléchit entre deux œufs voisins, et que le tissu conjonctif s'avance dans le sillon qui en résulte. Il semble que le tube ovarien manifeste une tendance à se fractionner en vésicules distinctes renfermant chacune un œuf et qui représenteraient évidemment les vésicules de de Graaf des mammifères. Mais cette division du tube en vésicules ne s'opère jamais complétement. Néanmoins, il est impossible de ne pas reconnaitre, quand cette disposition se présente, l'analogie frappante qui existe entre l'ovaire de ces Édriophthalmes et celui des mammifères.

Ces cloisons cellulaires deviennent très-difficiles à reconnaître, peut-être disparaissent-elles, quand les œufs approchent de leur maturité.

Produits sexuels; formation des œufs. — Le germigène se constitue, comme je l'ai dit, de la portion externe de l'ovaire; elle apparait comme une bande ou plutôt comme un bourrelet placé sur le vitellogène le long de son bord supérieur et externe, de sorte que, entre le germigène et le vitellogène, existe un sillon plus ou moins profond, et c'est ainsi que la division du tube en germigène et en vitellogène s'accuse à l'extérieur. De plus, le germigène se prolonge souvent (c'est toujours le cas chez le *Gammarus fluviatilis*, les *Caprella, Leptomera* et certains *Oniscus*) au delà du vitellogène, à la portion terminale en cul-de-sac du tube sexuel (pl. IX, fig. 1).

Dans toute la longueur du germigène, la partie tout à fait externe du tube

(pl. VIII, fig. 9, *a*), est remplie de noyaux de cellules, séparés les uns des autres par une substance visqueuse et finement granuleuse; mais toujours ces noyaux sont limités par des contours extrêmement délicats. Si l'on examine les différentes zones du germigène, en partant de cette région tout à fait externe où l'on ne distingue que des noyaux, on voit qu'autour de chacun de ces noyaux, qui ont un peu grandi et qui, en grandissant, sont devenus un peu plus transparents, une partie de la substance fondamentale commune s'est délimitée, de sorte qu'on reconnaît alors des cellules allongées dans le sens de la longueur du tube sexuel (pl. VIII, fig. 9, *b*). Au fur et à mesure qu'on s'approche de l'axe central de l'ovaire, on voit grandir ces cellules (pl. VIII, fig. 9, *b'*), et en même temps leur noyau prend de plus en plus les caractères d'une vésicule germinative; il renferme tantôt un nucléole unique, comme chez les *Asellus*, d'autres fois un grand nombre de nucléoles, comme chez plusieurs *Gammarus*. En même temps que les germes grandissent, ils perdent de plus en plus la forme allongée qu'ils présentaient d'abord, et ils acquièrent des formes polygonales plus ou moins régulières, à raison de la pression qu'ils exercent les uns sur les autres.

Les germes atteignent ainsi peu à peu, dans le germigène, leur volume maximum, et bientôt ils passent dans le vitellogène, où ils vont se charger d'éléments nutritifs. J'ai dit, en exposant la structure des parois de l'ovaire, que le germigène est dépourvu d'épithéléon, tandis que le vitellogène montre toujours une couche de cellules épithéléales parfaitement caractérisées. Mais j'ai pu observer très-souvent que les germes arrivés au maximum du développement qu'ils peuvent atteindre dans le germigène sont recouverts, du côté du vitellogène, d'une couche de vraies cellules épithéléales (pl. VIII, fig. 9, *c*). Immédiatement après la ponte, il s'opère une multiplication rapide de ces cellules; il se forme des lames cellulaires qui s'avancent entre les germes; les jeunes œufs, qui doivent venir prendre la place de ceux qui viennent d'être évacués, s'entourent ainsi peu à peu d'une couche de cellules épithéléales; c'est donc aussi aux dépens de ces cellules que l'épithéléon du vitellogène se régénère et que se forment les cloisons transversales complètes ou incomplètes dont j'ai parlé plus haut.

Aucune membrane n'existe autour des cellules germinatives; je m'en suis

assuré par les procédés que j'ai déjà signalés plusieurs fois, et j'ai pu constater que ces germes isolés présentent de magnifiques mouvements amœboïdes, quand ils sont tenus en suspension dans du sérum sanguin ou de l'humeur aqueuse.

M. Leuckart croit que chez les *Asellus* la première partie formée de l'œuf est la vésicule germinative : « Anfangs bestehen die Eier nur aus den späteren Keimbläschen, ohne Dottermasse und Keimfleck [1]. »

Il résulte des observations dont je viens de rendre compte, qu'il n'en est nullement ainsi : dès le début, l'œuf se constitue d'un noyau entouré de substance protoplasmatique; seulement, au début du développement, ce protoplasme n'est pas limité autour de chaque vésicule germinative; les noyaux cellulaires sont tenus en suspension dans un liquide protoplasmatique commun. Mais il faut considérer cet ensemble comme formé de cellules distinctes par leur noyau, mais confondues par leur contenu. Ce liquide protoplasmatique commun, aussi important que le noyau lui-même, a échappé à M. Leuckart. De plus, les jeunes noyaux renferment au début un grand nombre de granulations, et ces granules semblent se fondre entre eux pour former le corps nucléolaire.

Je ne crois pas non plus que l'on puisse considérer l'œuf, ainsi que l'a fait M. de la Valette Saint-Georges, comme étant primitivement une cellule épithéléale.

Vitellogène ; formation du vitellus. — Tous les œufs contenus dans le vitellogène sont pondus en même temps, pour passer tous à la fois dans la poche incubatrice, où l'on trouve toujours tous les embryons au même degré de développement. Immédiatement après, d'autres germes se portent à l'intérieur du vitellogène en se déplaçant transversalement, et viennent prendre la place des œufs qui viennent d'être évacués. Tantôt, comme chez les *Gammarus pulex*, *fluviatilis*, les *Dermophilus*, les *Oniscus* et beaucoup d'autres Isopodes, il n'existe qu'une seule rangée d'œufs dans le vitellogène; un œuf remplit à lui seul toute la largeur du tube ovarien; d'autres fois, comme c'est

[1] Article *Zeugung*, dans le HANDWÖRTERBUCH DER PHYSIOLOGIE VON R. WAGNER, p. 807.

le cas chez les *Gammarus locusta*, les *Asellus aquaticus* et bien d'autres encore, il existe plusieurs œufs dans la largeur du tube sexuel.

Les germes qui ont pénétré dans le vitellogène se chargent bientôt d'éléments nutritifs caractérisés par leur pouvoir réfringent considérable; ce sont en partie des granules de très-petite dimension, en partie des globules de nature albuminoïde, en partie des gouttelettes de graisse. Les éléments nutritifs du vitellus sont tantôt jaunes, tantôt bruns, quelquefois d'une belle couleur violette; ils communiquent à l'œuf sa couleur propre, qui varie d'une espèce à l'autre.

Mais comment se forment les éléments nutritifs? Se développent-ils à l'intérieur du corps protoplasmatique du jeune œuf? ou bien viennent-ils de l'extérieur?

J'ai cru d'abord que les éléments nutritifs du vitellus prenaient naissance dans les cellules épithéléales du vitellogène, et que ces cellules étaient absorbées par le protoplasme de la cellule-œuf. Voici ce qui a donné lieu à cette erreur : au contact de l'eau les germes prennent des caractères tout particuliers; leur protoplasme se gonfle, et en même temps il se développe à son intérieur des lacunes arrondies qui se remplissent d'eau et que l'on peut facilement confondre avec des noyaux délicats à contours peu marqués et dépourvus de nucléoles. Comme j'avais eu très-souvent sous les yeux de ces germes déjà plus ou moins chargés d'éléments réfringents, dont le protoplasme tenait en suspension des corps qui me paraissaient avoir de grandes analogies avec les noyaux des cellules épithéales, j'ai cru que réellement les éléments nutritifs du vitellus se développaient dans ces cellules après que celles-ci avaient été avalées par le protoplasme de la cellule-œuf.

Mais j'ai bientôt reconnu que c'est là une erreur incontestable, et que jamais les germes ne présentent cette apparence celluleuse, si on les observe à l'intérieur des utricules sexuels ou dans un liquide indifférent, tel que l'iode-sérum ou une solution d'albumine. J'ai aujourd'hui la certitude que les éléments nutritifs du vitellus se forment toujours à l'intérieur du protoplasme de la cellule-œuf, comme M. de la Valette l'avait reconnu depuis longtemps.

Les œufs ne sont pas revêtus, au début, d'une membrane vitelline, comme

le croyait M. de la Valette; mais quand ils sont arrivés dans la poche incubatrice, on leur reconnait une membrane unique, qui se forme par voie de sécrétion; elle est très-probablement sécrétée par les cellules épithéléales du vitellogène, et cette membrane doit être considérée, par conséquent, comme étant un vrai chorion.

Nous avons démontré, M. Émile Bessels et moi, que la prétendue membrane vitelline qui, chez les Amphipodes, a été signalée sous le chorion et qui porte un orifice décrit comme micropyle par M. Meissner, est une membrane embryonnaire émanant des cellules du blastoderme, et que le prétendu micropyle de Meissner se forme après la fécondation et n'a rien de commun, par conséquent, avec un micropyle. La membrane interne de l'œuf de l'*Asellus aquaticus*, n'est pas non plus une membrane vitelline; elle est, au contraire, une première cuticule embryonnaire, une cuticule blastodermique [1].

Développement. — Il faut distinguer chez ces Édriopthalmes trois modes distincts de développement; trois procédés différents pour la formation des cellules du blastoderme :

1° Il résulte de nos recherches [2] que certains Amphipodes, comme les *Gammarus locusta* et les *Dermophilus*, présentent le phénomène du fractionnement total du vitellus. Ce phénomène s'accomplit absolument de la même manière que chez les Batraciens : l'ordre et le mode d'apparition de toutes les lignes et plans de division sont tout à fait identiques dans ces deux groupes. Peu à peu les segments vitellins, qui ont toujours une forme pyramidale et une disposition rayonnée, se débarrassent de la substance nutritive dont leur protoplasme était primitivement chargé; les éléments nutritifs du vitellus vont s'amasser au centre de l'œuf, et, à la fin du fractionnement, le protoplasme des segments, entraînant leur noyau, se débarrasse complétement des derniers éléments nutritifs; il se porte à la périphérie de l'œuf et y constitue les cellules du blastoderme, tandis que les éléments

[1] Édouard Van Beneden, *Recherches sur l'Embryogénie des Crustacés.* I. *Observations sur le développement de l'Asellus aquaticus.* Bull. de l'Ac. roy. de Belg., 2e série, t. XXVIII, p. 54.

[2] Édouard Van Beneden et Émile Bessels. Mém. cour. et des sav. étr. de l'Acad. roy. de Belg., t. XXIV.



nutritifs refoulés au centre de l'œuf y forment un amas de substances réfringentes destinées à nourrir l'embryon; bientôt se produira le phénomène du fendillement, qu'il est très-important de distinguer de la segmentation du vitellus.

La formation de la première couche cellulaire de l'embryon résulte donc de la multiplication par division de la cellule-œuf, et de la séparation progressive du protoplasme d'avec les éléments nutritifs du vitellus. Ces phénomènes ont lieu simultanément; d'abord toute la substance nutritive est en suspension dans le protoplasme de la cellule-œuf, et c'est peu à peu que s'opère la séparation entre les deux principes.

Dans les deux modes de développement dont il va être question, il n'y a pas de fractionnement : avant de se diviser, la cellule-œuf se décharge des éléments nutritifs qu'elle tient en suspension. De là un mode de formation du blastoderme différent, en apparence, de celui que je viens d'exposer; au fond, les phénomènes sont toutefois les mêmes.

2° Chez les *Gammarus pulex* et *fluviatilis*, une séparation partielle du protoplasme d'avec les éléments nutritifs du vitellus s'opère immédiatement après la fécondation. Le protoplasme se porte en partie au centre de l'œuf, autour de la vésicule germinative, de façon à y former un globule protoplasmatique pourvu d'un noyau cellulaire, qui se divise alors en 2, 4, 8 et un plus grand nombre de cellules. Celles-ci vont, en divergeant, se porter à la périphérie de l'œuf; elles arrivent à la surface en un très-grand nombre de points distincts, et si, à ce moment, on examine l'œuf à la lumière incidente, on voit ces cellules, encore dépourvues de membranes, réparties isolément à la surface et séparées les unes des autres. Elles présentent une coloration blanche et produisent sur le fond, tantôt jaune, tantôt vert, tantôt bleu du vitellus, l'effet d'autant de taches blanches (pl. X, fig. 1). Ces cellules renferment chacune un noyau, qui est probablement une portion de la vésicule germinative. On voit ces cellules grandir peu à peu : attirés par ces cellules blastodermiques, les éléments protoplasmatiques, qui étaient encore unis aux éléments nutritifs, s'en séparent pour se porter autour des noyaux des cellules blastodermiques et agrandir progressivement le corps de ces cellules. Elles se multiplient par division et forment à la fin une lame cellulaire

continue, qui s'épaissit progressivement dans cette région où doit se former la couche cellulaire ventrale de l'embryon.

3° Le troisième mode de développement se présente chez les *Ligia* et les *Oniscus;* il diffère de celui que je viens de décrire, en ce qu'une séparation complète entre l'élément protoplasmatique et les éléments nutritifs du vitellus s'opère immédiatement après la fécondation. Le protoplasma se porte au centre de l'œuf pour entourer la vésicule germinative; la cellule-œuf se divise ensuite, et les cellules embryonnaires, qui résultent de sa multiplication, arrivent à la surface, toutes réunies en une petite masse cellulaire unique. Là, elles se multiplient rapidement et forment d'abord une zone peu étendue, qui se développe progressivement sur tout le pourtour du vitellus. Le blastoderme se forme donc ici de la même manière que chez beaucoup de Lernéens, tels que les *Anchorella, Clavella,* etc.

Chez les Édriophthalmes, les premiers phénomènes embryonnaires varient donc beaucoup d'un groupe à un autre, quelquefois même, dans les limites d'un même genre, d'une espèce à une autre (*Gammarus*). Mais ces phénomènes, en apparence si différentes, sont, au fond, identiques partout : ils consistent essentiellement dans la multiplication par division de la cellule-œuf, et dans la séparation des éléments nutritifs d'avec le protoplasme de l'œuf. Ces phénomènes se produisent quelquefois simultanément, souvent successivement, et de là les différences qui paraissent si grandes entre les divers modes de formation du blastoderme.

V. — MYSIDÉS.

Les Mysis ont attiré depuis longtemps l'attention des naturalistes; l'étude de leur organisation et de leur développement a fait l'objet d'un grand nombre de travaux, de manière que leur histoire est aujourd'hui en grande partie élucidée. MM. Thompson [1], Rathke [2], Milne Edwards [3], Frey et Leuc-

[1] Thompson, *Zoolog. researches and illustrations.* Cork, 1828.

[2] Rathke, *Beobachtungen über die Entwickelung von Mysis vulgaris.* WIEGMANN'S ARCHIV, 1839, p. 195. — Idem, *Beiträge zur Fauna Norwegens.* NOV. ACT. NAT. CUR., vol. XX.

[3] Milne Edwards, *Histoire naturelle des Crustacés.*



kart [1], Brandt [2], Van Beneden [3], Huxley [4] et Claparède [5] ont contribué par leurs recherches à la connaissance de l'organisation et du développement de ce groupe si intéressant.

Néanmoins l'appareil femelle n'est bien connu que depuis fort peu de temps; M. Van Beneden a fait connaître une partie essentielle de cet appareil qui avait échappé jusque-là aux investigations des naturalistes, et à laquelle il a donné le nom d'*ovaire*.

L'appareil femelle des Mysis se constitue de deux utricules ou tubes allongés, situés au-dessus du tube digestif; c'est à tort qu'on les a considérés pendant longtemps comme représentant les ovaires. Ces deux canaux sont reliés entre eux par un organe impair, placé transversalement sur la ligne médiane du corps; il a la forme d'un petit sac arrondi, s'ouvrant en avant, à droite et à gauche dans les deux canaux allongés considérés à tort comme représentant les ovaires; c'est cet organe que M. Van Beneden a le premier fait connaître et qu'il a décrit comme représentant l'ovaire proprement dit. Cet ovaire relie entre eux les deux utricules, comme le trait d'union d'un H relie ses deux jambages. De la partie postérieure de chacun des deux tubes, que M. Van Beneden a désignés sous le nom de matrices, part un oviducte distinct, qui s'ouvre à l'extérieur à la base de l'avant-dernière paire de pattes.

Je ne crois pas que les organes, très-bien connus aujourd'hui pour leur forme et leur disposition relative, aient été bien interprétés: l'organe impair que M. Van Beneden a désigné sous le nom d'ovaire doit être considéré comme un germigène; c'est dans cet organe que les germes prennent naissance; mais on ne peut pas dire que ce soit là que se forment les œufs, attendu que les éléments nutritifs du vitellus prennent naissance dans les organes que

[1] Frey und Leuckart, *Beiträge zur Kentniss wirbelloser Thiere* (*Ueber die Gattung Mysis*), 1847. — Idem, *Wiegmann's Archiv*, 1851. — Frey, *De Mysidis flexuosæ anatome*. Goettingen, 1846.

[2] Brandt, *Middendorf's Siberische Reize, Zoologie*.

[3] Éd. Van Beneden, *Anatomie et développement des Mysis dans ses Recherches sur les Crustacés*. Bull. de l'Acad. roy. de Belg., t. XXVIII, p. 232.

[4] Huxley, *Lectures ou General Natural History. Lecture XI*. (Medical Times Gazette.) New series, 1857.

[5] Claparède, *Beobachtungen über Anatomie und Entwickelungsgeschichte wirbelloser Thiere*.

M. Van Beneden a considérés à tort comme matrice, et qui sont de vrais vitellogènes. Les cellules qui prennent naissance dans cet organe que M. Van Beneden appelle ovaire ne sont pas des œufs, mais bien des germes destinés à devenir des œufs; cet organe est donc un vrai germigène.

Les germes sont de belles cellules protoplasmatiques dont les noyaux clairs et transparents, pourvus d'un nucléole unique, représentent la vésicule germinative. Aussi longtemps qu'ils restent dans le germigène, ils ne renferment jamais d'éléments réfringents : c'est dans les canaux latéraux, dans les vitellogènes que ces cellules se chargent des éléments destinés à nourrir le futur embryon.

Les parois du germigène sont formées d'une membrane sans structure, complétement dépourvue d'une couche de cellules épithéléales. On peut le ramener à la forme d'un sac peu profond dont le fond, dirigé en avant, est rempli d'un liquide protoplasmatique finement granuleux, tenant en suspension des noyaux de cellules à nucléole peu distinct (pl. X, fig. 15 *a*). Un grand nombre de granulations sont tenues en suspension dans ces noyaux. Bientôt le protoplasme fondamental se dépose en une couche distincte, autour des noyaux qui ont atteint un certain volume, et dès lors les germes sont devenus indépendants les uns des autres, et en quelque sorte individualisés. Le mode de formation des germes est donc absolument le même chez les Mysis que chez tous les autres crustacés.

Vitellogène. — Le germigène unique, placé sur la ligne médiane au-dessus du tube digestif, s'ouvre latéralement à droite et à gauche dans deux canaux allongés : ce sont les vitellogènes; à leur extrémité postérieure, ils se continuent avec l'oviducte (pl. X, fig. 14 *b*).

Recouverts extérieurement par une couche de tissu conjonctif, les vitellogènes sont formés par une membrane anhiste, tapissée intérieurement par une couche de cellules épithéléales, de forme polygonale, serrées les unes contre les autres, et renfermant un grand noyau à contour assez foncé et à nucléole fortement réfringent. Dans le *Mysis vulgaris*, les cellules mesurent en moyenne $0{,}013^{mm}$; le noyau n'a pas moins de $0{,}009^{mm}$ de diamètre (pl. X, fig. 15 *b* et fig. 17). Les contours des cellules sont très-difficiles à recon-

naître, si on ne leur a pas fait subir quelques préparations préalables; dans les conditions ordinaires, on ne peut distinguer que leurs noyaux. Mais si on les traite d'abord par une solution ammoniacale de carmin, pour les laver ensuite et les traiter enfin par l'acide acétique dilué, on reconnaît parfaitement les contours de ces cellules.

Dès que les germes sont arrivés dans le vitellogène, leur protoplasme commence à se charger d'éléments vitellins, et bientôt les œufs atteignent leur volume définitif. A cause de la pression qu'ils se font subir mutuellement, ils ont souvent une forme polygonale ou discoïde; le nucléole apparaît avec une grande netteté au centre des vésicules germinatives.

Les œufs sont dépourvus d'une membrane, tant qu'ils n'ont pas atteint dans le vitellogène un volume voisin de leur volume normal; mais au moment de pénétrer dans la poche incubatrice, ils sont entourés d'une membrane, qui est très-probablement sécrétée par les cellules tapissant les parois des vitellogènes.

Développement. — Les travaux sur l'embryogénie des Mysis sont presque aussi nombreux que ceux qui sont relatifs à leur anatomie. Thompson, Rathke, Frey et Leuckart, Van Beneden, Huxley et Claparède s'en sont tour à tour occupés. Mais aucun de ces naturalistes n'a porté son attention sur l'étude des tout premiers phénomènes embryonnaires et ne s'est inquiété de la question de savoir comment se forment les premières cellules de l'embryon. L'œuf le plus jeune que j'aie eu sous les yeux présentait à l'un de ses pôles deux grandes cellules protoplasmatiques, qui étaient tout à fait isolées et accolées l'une à l'autre par une face plane. Leur protoplasme tenait en suspension un certain nombre d'éléments réfringents nutritifs, et il était possible de découvrir dans ces cellules un noyau clair et transparent. Je n'ai pu réussir à voir le développement se continuer sur le porte-objet du microscope, mais j'ai trouvé des œufs à différentes phases de leur développement qui présentaient une zone cellulaire de plus en plus étendue. Ces cellules avaient toujours la même constitution : elles étaient formées d'un corps protoplasmatique, pourvues d'un noyau bien apparent, et tenaient en suspension des éléments réfringents de moins en moins nombreux, au fur et à mesure que

les cellules présentaient des dimensions moins considérables. La zone cellulaire s'étend de plus en plus et finit par envelopper *de toutes parts* les éléments nutritifs du vitellus. Il résulte de ces observations que le blastoderme se forme chez les Mysis à la suite d'un fractionnement partiel du vitellus, qu'il s'étend sur toute la surface de la masse nutritive, avant de former l'épaississement cellulaire ventral de l'embryon, et avant l'apparition de ses premiers appendices.

Chez les Crangons, il se produit un fractionnement total du vitellus, comme chez les *Gammarus locusta*, et les cellules du blastoderme résultent de ce que, dans chacun des segments, il s'opère une séparation complète entre les éléments protoplasmatiques et les éléments nutritifs du vitellus.

En résumé donc, chez tous les crustacés, les germes se forment dans une partie spéciale de l'appareil sexuel. Ils se développent aux dépens d'un protoplasme commun à noyaux qui se divise peu à peu en cellules distinctes.

Les germes, cellules protoplasmatiques sans membrane, se chargent d'éléments vitellins dans un organe particulier qui mérite le nom de vitellogène, et c'est toujours à l'intérieur du protoplasme de l'œuf que s'élaborent les éléments nutritifs du vitellus.

La constitution de l'œuf est partout la même : une vésicule germinative, pourvue d'un ou de plusieurs nucléoles, est entourée du vitellus. Dans le vitellus il faut distinguer deux parties différentes par leur origine et leur signification : le protoplasme qui fait partie intégrante de la cellule-œuf, et les éléments vitellins tenus en suspension dans ce protoplasme. Les œufs sont généralement entourés d'une membrane unique qui est un vrai chorion.

Le développement se fait tantôt avec fractionnement total du vitellus (*Gammarus locusta*, *Chondracanthes*, *Copépodes*, *Crangons*); quelquefois, comme chez les *Mysis*, les *Nebalia* et d'autres encore, à la suite d'un fractionnement partiel; d'autres fois, sans fractionnement. Dans ce dernier cas, il peut s'accomplir suivant deux procédés différents, dont l'un est réalisé chez les *Ligia*, les *Oniscus*, les *Anchorella*, les *Caligus*, les *Clavella*, etc.; l'autre, chez les *Gammarus pulex*, les *Astacus fluviatilis*, etc. C'est ce dernier procédé que la nature a suivi dans la formation du blastoderme chez les Arachnides.

Mais quelque considérables que soient apparemment les différences entre ces divers modes de développement, ils sont, au fond, parfaitement semblables et consistent toujours essentiellement dans la multiplication par division de la cellule-œuf et dans la séparation qui s'accomplit progressivement, mais avec plus ou moins de rapidité, entre les deux principes constitutifs du vitellus. Tantôt les éléments nutritifs restent en suspension dans le protoplasme pendant que la cellule-œuf se multiplie (fractionnement total); tantôt une partie seulement de ces éléments reste unie au protoplasme (fractionnement partiel); d'autres fois, enfin, la séparation complète entre les deux principes constitutifs du vitellus est le premier phénomène qui s'accomplit dans l'œuf fécondé.

MAMMIFÈRES.

Pendant bien longtemps la fonction de génération chez les mammifères fut considérée comme un mystère impénétrable; le rôle des ovaires dans la procréation était à peine soupçonné; aussi Harvey [1] écrivait-il, en 1651, que la femelle, comme le mâle, donne naissance à un liquide séminal. Ce liquide, sécrété par les parois de la matrice, donnerait naissance à l'œuf des mammifères. Quelques années plus tard, Sténon [2], se basant sur l'anatomie comparée, assimila les ovaires de la femme, qu'on désignait généralement à cette époque sous le nom de testicules femelles, à l'ovaire des oiseaux.

Mais rien, si ce n'est l'analogie des rapports, ne pouvait servir d'appui aux vues théoriques de Sténon, et ce ne fut qu'après que Régnier de Graaf [3] eut montré le développement, à l'intérieur des ovaires, de petites vésicules qu'il prit pour des œufs, que le rôle des prétendus testicules femelles fut définitive-

[1] Harvey, *Exercitationes de generatione animalium*, 1651. (Opera omnia, p. 493.)

[2] Sténon, *Elementorum myologiæ specimen*, 1667, p. 117. *Observat. anatomicæ spectantes ova viviparorum obs. 88.* (Actes de Copenhague.)

[3] Régnier de Graaf, *De mulierum organis generationi inservientibus tractatus novus*, 1672.



ment établi. De Graaf défendit donc cette idée, que l'œuf de la femme et des autres mammifères ne prend pas naissance dans l'utérus, comme Harvey l'avait écrit vers le milieu du XVIIe siècle, mais qu'il se forme dans des glandes spéciales qui sont de vrais ovaires.

Mais bien des choses s'opposaient à ce que l'on considérât les vésicules, que de Graaf venait de découvrir dans les ovaires, comme de véritables œufs; on était encore dans le doute, lorsque l'illustre fondateur de l'embryogénie, C.-E. von Baër [1], apparut sur la scène et montra l'existence de l'œuf des mammifères, à l'intérieur des follicules que de Graaf avait découverts, et qui portent encore son nom. Il montra qu'après la déhiscence des follicules, l'œuf sorti du réceptacle est recueilli par l'entonnoir et traverse l'oviducte.

Von Baër reconnut que les follicules de de Graaf sont formés d'une membrane sans structure tapissée d'une couche de substance moins claire, qui, à cause de son aspect, reçut de lui, et porte encore aujourd'hui, le nom de *membrane granuleuse.*

M. Schwann [2] reconnut plus tard que cette couche granuleuse est formée de cellules, qui présentent tous les caractères de vraies cellules épithéliales.

La couche granuleuse présente en un point un épaississement considérable qui reçut le nom de *disque proligère.* C'est dans cet épaississement circulaire que l'œuf se trouve logé, tandis que tout le reste de la capsule est rempli d'un liquide incolore dont la masse augmente en même temps que les dimensions des follicules.

Constitution de l'œuf.—L'œuf se constitue d'une membrane épaisse, transparente, désignée par von Baër sous le nom de *zona pellucida,* et que beaucoup d'embryogénistes ont considérée comme étant l'analogue de la membrane vitelline. Dans ses leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux, M. Milne Edwards [3] la considère comme telle. C'est, du reste,

[1] C.-E. von Baër, *Epistola de ovi mammalium et hominis genesi,* 1827.

[2] Schwann, *Mikrokopische Unterzuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflantzen.* Berlin, 1839, p. 46.

[3] Milne Edwards, *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux,* vol. IX, 1re partie, p. 102.

l'opinion qui a été défendue par un grand nombre d'embryogénistes très-autorisés.

Mais M. Reichert [1] a signalé l'existence, sous la *zone pellucide,* d'une membrane mince, complétement indépendante de celle-ci, et s'appliquant immédiatement sur le vitellus; le célèbre histologiste la considère comme représentant véritablement la membrane vitelline de l'œuf des oiseaux. L'opinion de M. Reichert a été presque unanimement combattue; néanmoins M. Pflüger a défendu l'opinion qu'il existe dès le début, autour de l'œuf, une membrane vitelline, et que dans l'œuf arrivé à maturité, cette membrane existe encore, immédiatement appliquée sur le vitellus, sous la zone pellucide.

Je ne puis partager l'avis de M. Pflüger, quand il dit que cette membrane existe autour du jeune œuf encore contenu dans un tube ovarien; mais son existence sous la zone pellucide, dans l'œuf arrivé à maturité, ne peut être révoquée en doute. On peut facilement en démontrer la présence dans un œuf fécondé, au moment où s'accomplissent les premières phases du fractionnement. Si l'on a sur le porte-objet du microscope un œuf renfermant deux, quatre, huit ou un plus grand nombre de sphères de segmentation, et qu'on traite cet œuf par l'acide acétique, on peut sans difficulté déchirer la zone pellucide. Après que cette membrane a été enlevée, les globes vitellins se montrent encore réunis par une membrane commune, extrêmement mince et délicate. C'est grâce à cette membrane, que les sphères de segmentation conservent encore les unes vis-à-vis des autres la même position relative, après l'enlèvement de la zone pellucide, et, comme je le montrerai plus loin, c'est sous elle que s'accumulent les spermatozoïdes. Si l'on vient à déchirer cette seconde membrane, les différents globes se séparent les uns des autres, et on les voit alors nager isolément dans le liquide qui les baigne. Il existe donc une membrane vitelline, distincte de la zone pellucide, appliquée immédiatement sur le vitellus [2].

[1] Reichert, *Ueber Furchung Process der Batrachier Eies.* Muller's Archiv., 1841, p. 523.

[2] Depuis la présentation de mon travail, j'ai eu l'occasion, pendant un séjour sur les côtes de Bretagne, d'observer la formation de cette membrane vitelline aux dépens de la couche externe du vitellus chez le *Delphinus delphis.* Elle se développe autour de l'œuf contenu dans un follicule distinct, postérieurement à la formation des premiers rudiments de la zone pellucide. La membrane vitelline présente chez ce cétacé une épaisseur assez considérable.

Il est dès lors incontestable que la zone pellucide n'est pas une membrane vitelline; son mode de formation démontre, du reste, qu'elle est l'analogue du chorion de l'œuf des animaux inférieurs, et des insectes en particulier.

Le mode de formation du chorion des insectes et les caractères de cette membrane ont été étudiés avec le plus grand soin par M. Leydig [1], et ses observations sont consignées dans un récent travail qu'il vient de publier sur l'ovaire de ces animaux. Il a fait voir que cette membrane se forme de la même manière que la cuticule qui recouvre le corps de ces articulés, et qu'elle présente absolument la même structure. De même que la cuticule se forme aux dépens des cellules de l'épiderme, de même le chorion des œufs est produit par les cellules épithéliales du tube ovarien; et, comme les productions cuticulaires en général, le chorion est traversé par une infinité de canalicules dirigés perpendiculairement aux surfaces de la membrane; ils justifient parfaitement le nom de *pores tubulaires* (Porenkanälen) qui leur a été donné.

Quand on compare la zone pellucide au chorion des insectes, caractérisé comme je viens de le dire, on trouve entre ces formations de grandes analogies. Le disque proligère est formé de cellules qui représentent évidemment l'épithéléon du tube ovarien des insectes, et il est probable que ces cellules remplissent chez les mammifères la même fonction que chez ces articulés. D'un autre côté, M. Remak a observé, depuis longtemps, que la zone pellucide de l'œuf du lapin présente, à une certaine époque de son développement, des stries dirigées dans le sens du rayon de l'œuf, et récemment M. Quincke [2] a reconnu l'existence de ces stries dans l'œuf de la vache. Il les compare à des *pores tubulaires* (Porenkanälchen).

M. Pflüger [3] a observé, et j'ai vu moi-même avec la plus grande netteté, sur un œuf de vache, que les cellules du disque proligère envoient à l'intérieur de ces canalicules de vrais prolongements et qu'elles adhèrent intimement à cette membrane. La zone pellucide a donc tous les caractères d'une production cuticulaire et elle montre la même structure que le chorion des insectes.

[1] Fr. Leydig, *Der Eierstock und die Samentasche der Insecten*. Dresden, 1866.

[2] Quincke, *Notizen über die Eierstöcke der Säugethiere*. ZEITSCHRIFT FÜR WISS. ZOOL. Bd. 12, p. 482.

[3] Pflüger, *Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen*, p. 81.



J'ajouterai encore que l'on voit toujours le contour externe de la zone pellucide irrégulier et indécis pendant toute la durée de sa formation, tandis que l'interne est toujours net et tranché, ce qui semble prouver que la zone se développe de l'intérieur vers l'extérieur, et non de l'extérieur vers l'intérieur.

Tout porte donc à croire que la zone pellucide est un vrai chorion, c'est-à-dire une membrane sécrétée par les cellules du disque proligère.

Micropyle. — Depuis longtemps on a soupçonné que l'œuf des mammifères est pourvu d'un micropyle. Barry, en 1840 [1], crut observer, dans la membrane transparente de l'œuf du lapin, un orifice par où pénétrait un corps analogue à un spermatozoïde.

M. Pflüger, dans son récent travail sur l'ovaire des mammifères, donne des raisons très-sérieuses en faveur de cette opinion. Plusieurs fois il a observé dans la zone pellucide de l'œuf du chat, un canal dans lequel se trouvait engagée une cellule, ou plus souvent un prolongement cellulaire, reliant à la manière d'une commissure deux cellules qu'il appelle jumelles (*Zwillings zellen*), dont l'une se trouve à l'intérieur de l'œuf, l'autre à l'extérieur. Je n'ai jamais observé rien de semblable; mais j'ai vu une fois, dans la zone pellucide de l'œuf d'une vache, un petit canal en forme d'entonnoir traverser de part en part le chorion. Sous l'influence de la pression, bien légère cependant, exercée sur l'œuf par la lame à recouvrir, j'ai vu les granules vitellins s'échapper par cet orifice; et ce qu'il y a d'essentiel à remarquer, c'est que ce canal présentait une telle ténuité, que les granules, tous de petite dimension, ne parvenaient à le traverser qu'*un à un*, à la file les uns des autres. Je ne crois pas qu'il soit possible d'admettre que cet orifice était dû à une déchirure produite par la compression; je ne sais comment la compression pourrait déterminer la formation d'un *canalicule d'une telle ténuité*. Si la pression que subit une vésicule est trop forte, sa membrane se déchire brusquement, et il se produit une fente large qui permet au liquide de l'intérieur de s'écouler rapidement; mais comment la pression pourrait-elle produire une

[1] *Researches on Embryology, third series.* PHILOS. TRANSAC., 1840, p. 533, fig. 165 et 167.



déchirure ayant la forme d'un canalicule aussi étroit? Il me semble très-probable que cet orifice était un vrai micropyle.

J'avoue cependant n'avoir vu qu'une seule fois ce micropyle; mais on conçoit fort bien la difficulté de faire cette observation. Il n'est possible de distinguer le micropyle que dans le cas où celui-ci se trouve sur la coupe virtuelle de la zone pellucide, que l'on voit comme un anneau transparent entourer le vitellus. Or, comme à raison de sa forme sphérique l'œuf peut présenter sur le porte-objet du microscope une infinité de positions, il est très-rare que le micropyle se trouve dans des conditions favorables pour être aperçu.

En résumé donc : 1° il existe dans l'œuf des mammifères une membrane mince et transparente, immédiatement appliquée sur le vitellus; elle se forme aux dépens de la couche externe du protoplasme de l'œuf et elle mérite, par conséquent, le nom de *membrane vitelline*. On peut parfaitement démontrer son existence en traitant l'œuf par l'acide acétique, quand le vitellus, peu de temps après la fécondation, commence à subir le phénomène du fractionnement;

2° La zone pellucide est très-probablement un produit de sécrétion des cellules du disque proligère; elle présente souvent des pores à canalicules et paraît mériter, par conséquent, aussi bien que chez les insectes, le nom de chorion;

3° Il existe très-probablement dans cette zone un micropyle, petit canal en forme d'entonnoir, destiné à permettre l'entrée des spermatozoïdes, qui, à raison de sa grande épaisseur, traverseraient difficilement la *zone pellucide*. Avant la fécondation, la cavité de l'œuf, circonscrite par la zone pellucide contre la face inférieure de laquelle s'applique la membrane vitelline, est complétement remplie de la substance vitelline.

Vitellus. — Le vitellus est formé d'un liquide visqueux, transparent et finement granuleux, tenant en suspension des granules de dimensions assez variables, et de petites gouttelettes d'une substance très-réfringente. Je crois qu'il y a lieu de distinguer dans le vitellus des mammifères, comme dans celui des autres animaux, deux éléments distincts : un protoplasma fonda-

mental, clair, visqueux et contractile, et des éléments nutritifs en suspension dans le protoplasme. Quelquefois le vitellus est moins chargé d'éléments nutritifs autour de la vésicule germinative. Je montrerai plus loin, en exposant le mode de formation de l'œuf, comment le vitellus atteint peu à peu les caractères qu'il présente dans l'œuf mûr.

Vésicule germinative. — Il est remarquable que von Baër, qui a si bien décrit la composition du follicule de de Graaf et celle de l'œuf, n'ait pas remarqué qu'il existe toujours dans le vitellus une vésicule transparente tout à fait semblable à celle que Purkinje [1] avait découverte peu de temps auparavant dans l'œuf des oiseaux. L'honneur de cette découverte était réservé à M. Coste [2], à qui revient une si large part dans les rapides progrès que fit l'embryogénie des mammifères et des oiseaux, après que M. von Baër eut ouvert à la science cette voie nouvelle par ses magnifiques recherches sur le développement des animaux supérieurs, recherches qui resteront un des plus beaux monuments élevés par la science moderne.

Peu de temps après que M. Coste eut signalé la présence de la vésicule germinative dans l'œuf des mammifères, MM. Wharton Jones [3], Bernhardt et Valentin [4] publièrent leurs recherches ovologiques qui vinrent confirmer complétement la découverte de M. Coste. M. von Baër [5], de son côté, reconnut, peu de temps après, la présence de la vésicule germinative dans l'œuf d'un grand nombre d'animaux inférieurs.

La vésicule germinative est toujours sphérique, d'une transparence parfaite, et, en général, elle occupe dans l'œuf mûr une position excentrique; souvent même elle est située assez près de la paroi. Au contact de la vésicule germinative, le vitellus est ordinairement transparent et très-peu chargé d'éléments nutritifs granuleux.

[1] Purkinje, *Symbolæ ad ovi historiam ante incubationem*. Leipzig, 1825.

[2] Coste, *Recherches sur la génération des mammifères*, 1834, p. 29.

[3] Wharton Jones, *On the ova of man and mammiferous Brutes as they exist in the ovaries before inpregnation and on the discovery in them of a vesicle*. LONDON MEDICAL GAZETTE, 1838, p. 680.

[4] Bernhardt et Valentin, *Symbolæ ad ovi mammalium historiam ante prægnationem*, 1834.

[5] Von Baër, *Lettre sur la formation de l'œuf*.

Tache germinative. — En 1835, M. Wagner [1] étudia avec soin le contenu de la vésicule germinative; il observa que le liquide transparent qui la remplit tient constamment en suspension un petit corpuscule très-réfringent, apparaissant sous forme d'une tache; on la désigne quelquefois sous le nom de tache germinative; plus souvent on l'appelle tache ou corpuscule de Wagner. Ce corpuscule existe chez tous les mammifères et présente toujours une forme arrondie; il paraît être solide, formé d'une substance très-réfringente et occupe rarement le centre de la vésicule germinative.

L'œuf des mammifères présente, dans les différents ordres, une uniformité remarquable. Les mêmes parties entrent dans sa composition et elles présentent chez tous les mêmes caractères. Aussi serait-il impossible de dire à quel ordre appartient le mammifère dont on a l'œuf sous les yeux.

J'ai pu m'assurer de l'exactitude de cette assertion par l'étude de l'œuf dans la plupart des ordres; les seules différences qui se présentent se rapportent à la taille et à la forme.

L'œuf humain a un diamètre comparativement assez considérable : il atteint $0,23^{mm}$. Les œufs du porc, du chien, du chat et du lapin sont plus petits, ils ne mesurent pas plus de $0,^{mm}15$ à $0,^{mm}17$. Celui des petits rongeurs, tels que le rat, la souris, atteint à peine $0,11^{mm}$. Celui des Chéiroptères est plus petit encore; il peut avoir, dans le *Vespertilio murinus*, $0,09^{mm}$.

L'œuf des mammifères est donc toujours tellement petit, que c'est à peine si on peut l'apercevoir à l'œil nu; il faut néanmoins faire une exception pour les Monotrèmes dont l'œuf mûr, d'après M. Owen [2], n'aurait pas moins de 4 à 5^{mm} de diamètre.

La forme des œufs est presque toujours parfaitement sphérique; on ne connaît guère jusqu'ici d'œufs de mammifères qui fassent exception. Je dois signaler néanmoins que chez les cétacés les œufs ont une forme régulièrement ovale : c'est au moins le cas pour les œufs du *Phocœna communis* et du *Lagenorhynchus albirostris*, qui sont les seuls cétacés dont j'aie eu les

[1] Wagner, *Einige Bemerkungen und Fragen über das Keimbläschen.* Muller's Archiv., 1835, p. 373, pl. VIII.

[2] R. Owen, *Todd's cyclop. of anat. and Physiol. art.* Monotremata, V, III, p. 365.

ovaires à ma disposition. Ces ovaires avaient été conservés dans l'esprit-de-vin; mais je ne pense pas que sous l'influence de l'alcool, des œufs sphériques puissent prendre une forme ellipsoïdale; jamais je n'ai trouvé, dans les autres groupes de mammifères, la forme des œufs modifiée par l'alcool [1].

Les œufs présentent aussi quelques variations quant aux dimensions relatives des diverses parties qui les constituent : la zone pellucide, par exemple, atteint chez les Chéiroptères une épaisseur plus grande que partout ailleurs; le vitellus présente une opacité plus ou moins grande, variant avec la quantité d'éléments réfringents en suspension dans le protoplasme; la vésicule germinative et le corpuscule de Wagner m'ont semblé présenter aussi, chez les Chéiroptères, des dimensions exceptionnelles.

Formation des follicules de de Graaf. — Von Baër, Coste, R. Wagner et d'autres embryogénistes ont fait connaître la composition de l'œuf des mammifères. Grâce aux belles recherches de von Baër et de Schwann, la constitution des follicules est définitivement établie, et il est reconnu que l'ovaire se constitue essentiellement de deux parties : d'un stroma, formé en grande partie de tissu conjonctif, de vaisseaux et de nerfs, et de follicules à tous les degrés de développement.

Pendant un certain temps on a confondu avec le stroma, les follicules de petite dimension; ce fut Barry [2] qui attira le premier l'attention sur l'abondance et l'extrême petitesse des follicules rudimentaires; il fit le calcul que, sous le volume d'un pouce cube, la substance de l'ovaire de la vache en renferme à peu près deux cents millions. La question de savoir comment se forment ces follicules, et sous quelle forme apparaît l'œuf, se présentait tout naturellement; mais le problème était difficile à résoudre. Dès 1835 Valentin fit une découverte importante : il constata, dans l'ovaire du fœtus de plusieurs mammifères, des tubes qu'il compara aux canalicules spermatiques, et il émit l'opinion, pleine de hardiesse, que les follicules se forment à l'intérieur de

[1] Le *Delphinus delphis*, dont j'ai pu étudier les œufs à l'état frais, depuis la présentation de ce Mémoire, m'a complétement confirmé dans cette opinion.

[2] Barry, *Researches in Embryology*. PHILOSOPH. TRANSACT., 1838, p. 301.

ces tubes. Mais son travail fut publié sans figures à l'appui, et son opinion ne trouva que des incrédules.

Depuis lors le problème reçut des solutions bien différentes, et ce n'est que dans ces derniers temps, grâce aux magnifiques travaux de MM. Pflüger, His et de quelques autres micrographes, qu'il fut définitivement résolu.

Bisschoff [1], Barry [2] et Steinlin [3] représentent les follicules comme étant primitivement formés d'un amas de petites cellules, toutes semblables, réunies au milieu du tissu fondamental de l'ovaire. Plus tard seulement, une tunique propre, membrane sans structure, se forme autour du jeune follicule, et la vésicule germinative apparaît au centre.

Spiegelberg [4] soutint, en 1860, que le follicule tout entier n'est qu'une cellule agrandie et que la membrane cellulaire devient la tunique propre du follicule. Mais je crois inutile de m'arrêter plus longtemps sur cette opinion, qui a été plus tard abandonnée par l'auteur lui-même.

En 1835, Valentin [5] avait émis une opinion bien différente. La substance primordiale de l'ovaire donnerait naissance à des tubes comparables aux canaux séminifères du testicule, et les follicules prendraient naissance à l'intérieur de ces tubes pour devenir libres plus tard au milieu du stroma de l'ovaire. C'est chez les jeunes embryons de porc et de vache que Valentin avait fait ces observations, qui furent combattues par tous les ovologistes; et c'est à peine si, dans son article *Zeugung*, publié dans la Physiologie de R. Wagner, Leuckart fait mention de l'observation mentionnée par Valentin. Il n'en est pas moins vrai que Valentin était bien près de la vérité, et il est étonnant de voir que son opinion fut combattue avec une telle unanimité.

Dix-huit ans après que Valentin eut publié le résultat de ses recherches,

[1] Bisschoff, dans différents mémoires embryogéniques.

[2] Barry, *Researches in Embryology, First series*, 1838. Philos. Transact.

[3] Steinlin, *Ueber die Entwickelung der Graaf'schen Follikel und Eier der Säugethiere.* Mittheil. der Zürscher Naturforsch. Geselsch., 1846, t. I, p. 201.

[4] Spiegelberg, *Die Entwickelung der Eierstocksfollikel und der Eier der Säugethiere.* Nachricht von die Soc. der Wiss. zu Göttingen, 1860, p. 201.

[5] Valentin, *Mullers' Archiv.*, 1838, p. 526.



Billroth [1], dans un travail sur le tissu glandulaire chez le fœtus, reconnut, non-seulement l'existence dans l'ovaire de tubes parfaitement caractérisés, mais il exposa même, en quelques mots, le mode de formation des follicules de de Graaf par division des tubes primitifs. Il a publié ces faits dans un travail où il n'était pas spécialement question de l'ovaire, et c'est ce qui explique comment ses observations sont restées complétement ignorées des histologistes jusqu'au moment où parut le magnifique travail de M. Pflüger [2].

Avant de publier son grand mémoire, M. Pflüger avait déjà communiqué, dans plusieurs notices, les principaux résultats de ses recherches [3].

M. Pflüger établit, par un grand nombre d'observations, faites, tantôt sur des coupes fraiches, plus souvent sur des coupes faites dans des ovaires traités par différents réactifs chimiques, que l'ovaire est primitivement une glande tubuleuse, comparable au testicule, même pour sa structure.

Les tubes sont formés par une membrane anhiste, et c'est à leur intérieur que se forment les œufs et les cellules épithéléales, qui doivent donner naissance plus tard à la couche granuleuse des follicules de de Graaf.

Comme M. Pflüger l'a le premier démontré, l'œuf se forme dans la partie la plus jeune du tube, qui se trouve à la périphérie de l'ovaire. Dans cette région, le tube ne renferme que des noyaux cellulaires, séparés les uns des autres par de la substance protoplasmatique. Si l'on suit un tube ovarien, en partant de la périphérie de l'ovaire, on le voit devenir de plus en plus semblable aux canaux qui constituent les glandes tubuleuses proprement dites; la paroi du tube formée d'une membrane anhiste et d'une couche de cellules épithéléales circonscrit un canal central, occupé, soit par les cellules-mères des œufs, soit par des œufs nés d'une cellule-mère et réunis de façon à former une véritable chaine.

Le savant professeur de l'université de Bonn démontre par de nombreuses observations, et par toute sa théorie de la formation de l'œuf et des follicules

[1] Billroth, *Ueber fötales Drüsengewebe in Schilddrüsengeschwülsten.* Muller's Archiv., 1856, p. 144.

[2] *Ueber die Eierstöcke der Säugethiere.* Leipzig, 1863.

[3] Elles furent publiées successivement dans le Journal hebdomadaire d'anatomie et de physiologie : *Allg. med. Centralzeitung.*

de de Graaf, que les œufs se forment à l'intérieur des tubes avant leur réduction en follicules, et que la couche granuleuse ne provient pas de l'œuf qui engendrerait ces cellules, mais qu'elle vient de l'extérieur s'appliquer sur l'œuf. C'est l'épithéléon des tubes ovariens qui fournit les cellules de la membrane granuleuse.

Mais cette structure tubuleuse de l'ovaire est un état transitoire. A un moment donné de l'évolution de cet organe, les tubes ovariens se divisent en parties distinctes renfermant chacune un ou plusieurs œufs. Dans ce dernier cas, ces portions se divisent ultérieurement comme le tube primitif lui-même, et le tube ovarien se réduit enfin en un grand nombre de follicules, tous constitués par une membrane anhiste tapissée d'une couche de cellules épithéléales; ils renferment dans leur partie centrale un œuf constitué de toutes ses parties essentielles.

Il résulte donc des belles recherches de M. Pflüger : 1° Que les follicules ne sont que des portions des tubes ovariens primitifs, qui font de l'ovaire une véritable glande tubuleuse; la membrane anhiste ou tunique propre, qui limite en dehors les follicules, est une partie de la *tunica propria* du tube ovarien primitif; la membrane granuleuse est formée de cellules résultant de la multiplication des cellules épithéléales du tube ovarien; 2° le follicule ne produit pas l'œuf; l'œuf se forme avant le follicule; il prend naissance dans le tube ovarien. D'un autre côté, la couche granuleuse n'est pas engendrée par l'œuf, mais elle dérive des cellules épithéléales des tubes ovariens.

Tels ne sont pas les seuls résultats des beaux travaux de M. Pflüger : j'exposerai plus loin ce qui est relatif à la formation de l'œuf.

Ces résultats, si satisfaisants à tous points de vue, furent néanmoins révoqués en doute : Schrön [1], Grohé [2], Kölliker et d'autres micrographes ne purent d'abord se convaincre de l'exactitude des observations de l'habile physiologiste de Bonn. Néanmoins, après que M. Pflüger eut indiqué les méthodes qu'il avait suivies dans ses recherches, la vérité de ses résultats fut reconnue par la plupart des physiologistes.

[1] Otto Schrön, *Beitrag zur Kentniss der Anatomie und Physiologie der Eierstöckes der Säugethiere.* ZEITSCHRIFT FÜR WISS. ZOOL., Bd. XII.

[2] Grohé, *Virchow's Archiv.* Bd. XXVI.



Toutefois, quelques naturalistes doutent toujours de ces résultats. Je citerai MM. Bisschoff et Milne Edwards. Dans ses leçons de physiologie, le célèbre professeur du Muséum déclare « que les observations de M. Pflüger n'ont » pas été confirmées par la majorité des physiologistes, et que la plupart de » ceux-ci considèrent les follicules de de Graaf comme étant primitivement » formés par une *agglomération de cellules blastémiques qui se creusent d'une* » *cavité, où s'amasse un liquide et où se développe l'ovule* [1]. »

Depuis que M. Pflüger a publié ses belles recherches, quelques observations nouvelles ont été faites par M. Spiegelberg qui, abandonnant sa première opinion sur la formation des follicules, annonce dans un petit article (*Archives de Virchow*, 1864), la découverte des tubes glandulaires dans l'ovaire humain, et de leur division en follicules.

Dès 1862 M. Quincke [2] avait reconnu chez plusieurs ruminants les tubes ovariens dont M. Pflüger avait signalé l'existence dans l'ovaire, dès sa première communication [3]. Peu de temps après, ces observations reçurent une nouvelle conformation dans les travaux de M. His [4], qui ajouta aux faits connus sur le développement de l'ovaire, quelques données nouvelles d'une haute importance. Il porta spécialement son attention sur le mode de développement de l'ovaire dans son ensemble, et fit voir que, dès le début, il faut distinguer dans cet organe deux couches bien différentes : l'*une, externe, dépendant du feuillet corné ou séreux* (Hornblatt) *et qui sert à la formation du contenu des follicules; l'autre, dépendant de la couche intermédiaire, d'où dérivent le stroma et les divers organes qui le constituent.*

En même temps que le tissu cellulaire, qui doit donner naissance aux follicules, se développe à la périphérie de l'ovaire, le stroma déjà pourvu de vaisseaux s'avance lentement de l'intérieur vers l'extérieur, en divisant la masse cellulaire périphérique en colonnes; bientôt ces colonnes donnent

[1] *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux*, t. IX, p. 104.

[2] Quincke, *Notizen über die Eierstöcke der Säugethiere*. ZEITSCHRIFT FÜR WISS. ZOOL. Bd. 12, p. 483.

[3] *Allg. med. Centralzeitung. Untersuchungen zur Anatomie und Physiologie der Säugethiere*. Mai 1861.

[4] W. His, *Beobachtungen über den Bau des Säugethier-Eierstockes*. ARCHIV FÜR ANAT., von Max Schultze, 1 Bd., p. 150.

naissance à des tubes en suspension dans le stroma et, plus tard, elles se diviseront pour former les follicules.

J'ai pu vérifier par moi-même les belles observations de Pflüger sur le mode de formation des follicules de de Graaf, chez le fœtus humain, le veau, le chien, et j'ai été assez heureux de pouvoir constater que chez les *Marsupiaux* et les *Édentés* l'ovaire présente, à son début, une structure tubuleuse comme chez les autres mammifères, et que les follicules se forment de la même manière que chez les ruminants et les carnassiers.

Le développement de l'ovaire se fait chez le fœtus humain plus vite peut-être que chez aucun animal; au moment de la naissance, il n'est plus guère possible de trouver les tubes : tous se sont déjà divisés en follicules. Il est étonnant de voir ce phénomène s'accomplir dans l'espèce humaine à une époque si éloignée de l'âge de la puberté. Le fœtus humain de six à sept mois se prête très-bien pour l'étude du mode de formation des follicules. Je n'ai pu me procurer d'ovaires de fœtus moins âgés. En faisant des coupes minces sur l'ovaire frais d'un fœtus de six mois environ, et en les étudiant au moyen du chromate acide de potasse, en solution de 1 p. °/o, j'ai pu observer toutes les phases du développement des follicules aux dépens des tubes tapissés d'une couche continue de cellules épithéléales (*Follikelanlage de Pflüger*). J'ai pu observer sur ces coupes des séries de trois, de quatre et même d'un plus grand nombre de follicules, alignés à la file les uns des autres sans interposition de tissu conjonctif. Sur plusieurs de ces follicules on distinguait nettement, aux points de contact avec les follicules voisins, des sortes de lacunes laissées entre les cellules épithéléales, où s'engageaient des prolongements de la cellule-œuf : ce sont les restes des commissures qui reliaient entre eux les jeunes œufs, quand les différents follicules étaient encore réunis en un tube moniliforme (pl. XI, fig. 18, *a*). A côté de ces follicules complétement isolés se trouvaient des fragments de tubes, renfermant deux ou trois jeunes œufs, encore confondus par leur vitellus; des étranglements plus ou moins bien prononcés et des lames d'une substance réfringente dépendant de la membrane anhiste (*septa*) annonçaient la division qui devait bientôt les séparer en autant de follicules distincts (pl. XI, fig. 18). Il est inutile, je pense, de décrire plus en détail les caractères des jeunes follicules et ceux des cel-

lules épithéléales qui tapissent les tubes primitifs, mes observations étant parfaitement d'accord avec celles de M. Pflüger, qui a décrit avec tant de soin le mode de formation des follicules chez le veau et les caractères des divers éléments qui les constituent.

Au mois de mars dernier, j'ai eu l'occasion d'étudier un jeune kangourou, mort quelques jours après sa naissance, au jardin zoologique de Bruxelles; le hasard voulut que ce fût une femelle. Je l'ai reçu quelques heures après sa mort et je n'ai eu rien de plus empressé que d'enlever les ovaires, et d'en placer un dans une solution concentrée d'acide oxalique; il m'a admirablement servi, comme je l'exposerai plus loin, pour l'étude du mode de formation de l'œuf. J'ai utilisé l'autre pour en faire des coupes fraîches, sans aucune préparation préalable. Ces coupes, faites aussi minces que possible, au moyen d'un rasoir bien tranchant, et placées sur le porte-objet dans une solution de 0,5 à 1 p. °/o de chromate acide de potasse, m'ont montré le mode de formation des follicules avec la plus grande netteté.

Comme le montrent les figures 13, 14, 15, 16 et 17 de la pl. XI, ce qui frappe au premier abord, c'est la grande dimension des cellules épithéléales. Elles renferment toujours un noyau de forme ovale, qui, à raison d'une réfringence assez considérable, apparaît plus sombre que le contenu clair et transparent de ces cellules. La plupart de ces noyaux paraissent dépourvus de nucléole. La tunique propre des follicules et des tubes se manifeste par un contour foncé, et il est incontestable que, dans certains cas, la division des tubes pour la formation des follicules résulte de la production de *septa* dépendant de cette tunique propre (pl. XI, fig. 13 et 17, *s*) qui présentent tous les caractères qui ont été si exactement décrits par M. Pflüger.

Il m'a été impossible de reconnaître, autour du protoplasme des œufs, l'existence d'une membrane vitelline distincte; toujours les cellules de la couche épithéléale, arrondies du côté interne proéminent à l'intérieur du follicule, et le protoplasme de l'œuf, qui présente constamment une forme étoilée, remplit complétement les angles rentrants formés par deux cellules voisines. J'ai fait des coupes aussi minces que possible, parallèlement à la surface de l'ovaire, et en les déchirant au moyen d'aiguilles fines, après les avoir placées sur le porte-objet dans de l'humeur aqueuse ou une solution de chromate acide de

potasse (1 p. %), j'ai trouvé un certain nombre d'œufs nageant librement dans le liquide. J'ai étudié ces œufs avec le plus grand soin; après les avoir isolés, je les ai comprimés lentement; mais jamais je n'ai vu une déchirure se produire; aussi, je suis convaincu que les œufs, contenus dans les tubes et dans les tout jeunes follicules, sont dépourvus de membrane.

Le protoplasme des jeunes œufs tient en suspension de fines granulations et dans quelques follicules on reconnaît de petits corps réfringents, dont le nombre est très-variable et dont la signification m'est restée complétement inconnue (fig. 14). La vésicule germinative présente toujours une forme parfaitement arrondie; elle est d'une transparence parfaite et renferme un corpuscule de Wagner, réfractant fortement la lumière et dont le volume est assez variable.

Dans un fœtus de Tatou, conservé dans l'alcool, je n'ai pu découvrir de tubes ovariens proprement dits; mais j'ai trouvé des séries de follicules juxtaposés, sans interposition de tissu conjonctif; ces follicules montraient à l'évidence leur dérivation de tubes divisés depuis peu de temps (pl. XI, fig. 25). La formation des follicules de de Graaf aux dépens des tubes ovariens primitifs se produit donc avec des caractères identiques dans les divers ordres de mammifères, et il est parfaitement établi que, sous le rapport de sa constitution et de son développement, l'ovaire humain ne diffère en rien de celui des autres mammifères.

Formation de l'œuf. — Des hypothèses purement gratuites ont régné dans la science, relativement au mode d'oogenèse chez les mammifères; pour les uns l'œuf était à son début une cellule tout à fait semblable à celles de la couche granuleuse, qui, dans le cours de son développement, acquérait des dimensions considérables, en affectant des caractères tout particuliers. D'autres pensaient qu'il se développe d'abord au milieu d'un amas de cellules, formant les premiers rudiments du follicule, une vésicule germinative, autour de laquelle le vitellus n'apparaîtrait que secondairement; d'autres, enfin, ont cru le problème résolu, en disant qu'au centre d'une agglomération de cellules blastémiques se creuse une cavité, où s'amasse un liquide et où se développe l'ovule.

Jusqu'au moment où parut le magnifique travail de M. Pflüger, la question de l'oogenèse chez les mammifères était restée complétement inconnue.

L'habile physiologiste de Bonn a fait sur ce point si difficile des observations nombreuses, et voici comment on peut résumer les résultats généraux de ses recherches, qui ont porté surtout sur le veau et sur le chat.

M. Pflüger reconnait dans l'histoire de l'oogenèse deux périodes bien distinctes :

Fig. 1.

Première période. — Elle s'accomplit dans cette portion des tubes ovariens qui avoisine immédiatement la surface de l'ovaire, à laquelle l'axe des tubes est généralement perpendiculaire. Cette partie a reçu le nom de *chambre germinative* (Keimfach). Dans la chambre germinative M. Pflüger distingue une portion terminale, où le tube est plein; et une partie, plus éloignée de son extrémité aveugle, où il est excavé et où ses parois sont formées d'une membrane anhiste tapissée d'une couche de cellules épithéléales peu distinctes. La partie terminale renferme un liquide protoplasmatique, finement granuleux, tenant en suspension de petites vésicules, parmi lesquelles quelques-unes se distinguent par un contour très-foncé. Ce contour foncé est, en réalité, une mince couche de protoplasme, qui représente le corps de la cellule, et la vésicule transparente, circonscrite par cette couche, est un véritable noyau cellulaire. Quand la petite vésicule, qui est déjà une cellule complète, a atteint un certain volume, elle tombe dans la cavité dont le tube est creusé.

Le diamètre de la vésicule croit proportionnellement beaucoup plus que le corps de la cellule; mais bientôt la couche protoplasmatique gagne en épaisseur; en même temps elle devient de plus en plus granuleuse et elle acquiert ainsi peu à peu les caractères du vitellus des jeunes œufs. On y reconnait dès lors une cellule parfaitement caractérisée, nettement limitée et présentant peut-être une membrane distincte.

La cellule continue à s'accroître, et, arrivée près de l'extrémité inférieure de la chambre germinative, elle présente les caractères d'une grande cellule à membrane, qui est un œuf-mère (Urei).

Deuxième période de l'oogenèse. — Ces cellules-mères donnent naissance par une sorte de bourgeonnement, précédé de la division du noyau, à toute une chaîne d'œufs, incomplétement individualisés, et contenus dans la membrane-mère qui s'est fortement allongée, de façon à affecter les caractères d'un tube moniliforme. Les cellules épithéléales éparpillées sur les parois se développent; elles donnent naissance d'abord à un épithéléon cylindroïde, qui se résout enfin en un épithéléon pavimenteux simple. Plus tard, les divers chaînons se séparent complétement les uns des autres et s'entourent chacun d'une couche de cellules épithéléales pour donner naissance à autant de follicules.

Ce qu'il y a donc de fondamental dans la théorie de M. Pflüger, c'est qu'il distingue deux périodes dans l'oogenèse : 1° *dans la chambre germinative se forment des cellules isolées et parfaitement limitées,* qui sont les cellules-mères des œufs; 2° dans une partie du tube, quelque peu éloignée de l'extrémité périphérique, *ces cellules donnent naissance par bourgeonnement à des chaînes d'œufs* (Eikette).

Les observations que j'ai eu l'occasion de faire sur des mammifères de différents ordres m'ont conduit à des résultats tout différents de ceux auxquels M. Pflüger est arrivé. Mais, avant d'exposer mes observations et d'en tirer les conclusions naturelles relativement à la solution du problème de l'oogenèse, je crois utile de dire en quelques mots sur quoi est basée la théorie de M. Pflüger et comment il l'a appuyée.

1° Le point fondamental de toute sa théorie, c'est que dans l'extrémité aveugle du tube sexuel se forment des cellules complétement isolées, qui sont les cellules-mères des œufs. Parmi toutes les figures où il a représenté la partie terminale du tube sexuel, je n'en trouve qu'une qui montre le mode de formation des cellules-mères, tel que M. Pflüger l'a exposé : c'est la fig. 4 de la pl. II, où il représente un tube ovarien d'un jeune veau. Mais il me semble que cette figure est bien peu d'accord avec la fig. 3 de la même planche, qui représente aussi la chambre germinative du même animal, et les fig. 1 de la pl. III et 2 de la pl. IV, qui représentent le même organe de l'ovaire du chat. Ce désaccord résulte : 1° de ce que dans le tube figuré pl. II, fig. 4, *on reconnaît un canal central où nagent quelques jeunes œufs-mères, ce qui ne se voit pas dans tous les autres;* 2° de ce que les vésicules que M. Pflüger

considère comme de jeunes cellules-mères (fig. 4, *d*, *e*, *f*, pl. II) ont des caractères tout différents de ceux qu'il considère comme ayant la même signification dans les fig. 3 de la pl. II, fig. 1 de la pl. III et fig. 2 de la pl. IV. Dans la fig. 4, pl. II, ces noyaux sont nettement limités, dès le début, *par un contour* très-foncé qui, d'après l'auteur, représente en réalité une couche protoplasmatique bien distincte, un corps de cellule, tandis que dans toutes les autres figures, ces noyaux ont des *contours extrêmement pâles*, et paraissent être en suspension dans une masse protoplasmatique commune. Je ne puis me défendre de cette idée qu'il y a eu de la part de M. Pflüger une erreur dans l'interprétation des parties qui ont été figurées (pl. II, fig. 4). Les noyaux foncés, qu'il y a considérés comme étant de jeunes œufs-mères (pl. II, fig. 4, *d*, *e*, *f*), ne sont-ils pas, au contraire, des noyaux de cellules épithéléales?

Peut-être trouvera-t-on qu'il est peu rationnel de considérer comme cellules épithéléales quelques rares cellules éparpillées çà et là à la surface interne d'une membrane anhiste et dont le noyau seul est bien distinct; mais toutes les observations faites dans ces derniers temps sur la structure de l'ovaire, chez les animaux inférieurs, où cet organe se présente sous forme de tube, concordent pour reconnaître de semblables rudiments d'épithéléon dans la partie terminale des tubes où les germes des œufs prennent naissance. Je citerai à l'appui les observations de Leydig [1] sur l'ovaire des insectes, celles de Schneider [2] sur les Nématodes, etc.; et, d'après mes propres observations, les tubes ovariens des mammifères sont, sous ce rapport, dans le même cas que l'ovaire de ces animaux inférieurs; le mode de formation de l'œuf et des cellules épithéléales est identique chez les uns et chez les autres.

Le premier point de la théorie de M. Pflüger ne repose pas sur cette seule observation. Il a fait sur l'ovaire des jeunes chats des recherches que je résume en quelques mots. Je ferai remarquer d'abord, que l'auteur a donné plusieurs figures de la partie terminale des tubes ovariens du chat, et, comme il le dit lui-même, ces dessins ont été faits avec une extrême exactitude et à

[1] Leydig, *Der Eierstock und die Samentasche der Insecten. — Eingegangen bei der Akademie in November 1865. — Dresden, Blochmann*, 1866.
[2] Schneider, *Monographie des Nematoden*, 1866.

l'aide de la chambre claire. Or, dans aucune de ces figures il n'est possible de reconnaître le mode de formation des œufs-mères, tel que M. Pflüger l'a exposé à propos de l'ovaire du veau.

Voici comment M. Pflüger a procédé chez le chat : il a fait des coupes de l'ovaire parallèlement à son grand axe, coupant ainsi perpendiculairement les divers tubes ovariens. Après avoir porté sa coupe sur le porte-objet du microscope dans de l'humeur aqueuse, il a vu un grand nombre de jeunes œufs-mères nager dans le liquide ambiant et présenter de la manière la plus évidente des mouvements amœboïdes. Toujours les vésicules germinatives, quelques petites qu'elles fussent, étaient entourées d'une couche de protoplasme *nettement limitée,* et d'autant plus mince, que la vésicule était plus petite. M. Pflüger en conclut que dans les tubes aussi les jeunes noyaux sont entourés d'une couche *nettement limitée de protoplasme* et que, par conséquent, dans les tubes, ces jeunes cellules *sont complétement isolées.*

Je crois que la conclusion est très-peu fondée : je citerai pour le prouver un fait que j'ai eu l'occasion de constater plusieurs fois et qui montre combien peu cette conclusion est acceptable.

Le vitellus de l'œuf des Crustacés et des Amphipodes, en particulier, est formé d'un liquide protoplasmatique fondamental, tenant en suspension des gouttelettes d'une substance très-réfringente. Si l'on vient à rompre les parois d'un de ces œufs, qu'on a placé sur un porte-objet dans de l'humeur aqueuse ou dans de l'iodserum, on voit les gouttelettes réfringentes s'écarter de plus en plus les unes des autres, et bientôt chacune d'elles se montre entourée d'une couche de protoplasme limitée par un contour net et tranché (pl. VIII, fig. 16). Cette couche, d'abord irrégulière, présente des prolongements de forme très-variable, qui finissent par se fondre complétement dans la couche qui entoure le corpuscule réfringent, absolument comme le tentacule éphémère que projette le Rhizopode rentre, après un certain temps, dans la masse protoplasmatique d'où il a été projeté. Peut-on conclure, de ce que, dans ces conditions, ces vésicules se montrent entourées d'une zone à contour nettement limité de liquide protoplasmatique, qu'elles le sont aussi dans l'œuf? Évidemment non : si on observe le vitellus dans l'œuf, on reconnaît qu'il est constitué par un liquide protoplasmatique homogène, tenant en

suspension des gouttelettes réfringentes. Je crois que de la même manière, M. Pflüger a tort de conclure, de ce que les jeunes vésicules germinatives se montrent entourées d'une couche de protoplasme bien distincte, quand elles se trouvent en suspension dans l'humeur aqueuse, que cette même couche nettement limitée formait avec elles des cellules *à contours définis* dans le tube qui les contenait primitivement. Et cette conclusion est d'autant moins naturelle, que si l'on examine les vésicules germinatives à l'intérieur du tube, on les voit en suspension dans un liquide protoplasmatique commun.

Les preuves que donne M. Pflüger, pour démontrer que l'extrémité aveugle du tube sexuel renferme de jeunes œufs-mères à contours définis, ne me paraissent pas bien solides, et c'est là néanmoins le point fondamental de sa théorie de l'oogenèse.

2° Le second point de la théorie de M. Pflüger, c'est que *les cellules-mères des œufs, nées isolément dans la partie terminale du tube qu'il appelle* Keimfach, *donnent naissance par bourgeonnement à une série d'œufs, qui forment une véritable chaîne. Le bourgeonnement est toujours précédé de la multiplication par division du noyau de la cellule-mère.* Ce second point est une conséquence du premier. Il est impossible de méconnaître, en faisant les préparations sur des ovaires frais de jeunes mammifères, d'après les méthodes indiquées par M. Pflüger, que l'on trouve dans les tubes sexuels des chaînes d'œufs. Or, s'il est démontré que dans la chambre germinative il se forme des cellules isolées, il n'est possible d'expliquer l'existence de chaînes d'œufs qu'en admettant que les œufs-mères se multiplient, et que les divers chaînons naissent par bourgeonnement de ces œufs-mères.

M. Pflüger a vu souvent deux noyaux dans une même masse protoplasmatique, d'autres fois deux œufs reliés ensemble par une simple commissure ou séparés par un étranglement plus ou moins bien prononcé. Mais cela ne prouve, en aucune façon, que les deux noyaux proviennent l'un de l'autre par voie de division, ni que l'un des deux œufs a donné naissance à l'autre. Une fois cependant, M. Pflüger, faisant ses observations dans une chambre chaude, a vu un jeune œuf, suspendu dans de l'humeur aqueuse, se diviser sous ses yeux et la vésicule germinative donner naissance, par voie de divi-

sion, à deux vésicules-filles, dont l'une contenait le nucléole de la cellule-mère, tandis que l'autre était primitivement dépourvue de ce corpuscule. Après un certain temps, un nucléole apparut dans cette seconde vésicule. Mais si l'on considère, d'un côté, que les conditions où ce jeune œuf se trouvait placé étaient tout à fait anormales, et que, d'un autre côté, *on ne trouve jamais à l'intérieur des tubes ovariens de jeunes vésicules germinatives en voie de division*, on pourra légitimement émettre un doute sur la portée de cette observation et se demander si cette multiplication n'était pas un phénomène anormal et tout à fait accidentel.

M. Pflüger cite à l'appui de ses observations celles que M. Meissner a faites chez les Nématodes et qui montrent que l'oogenèse, telle que le savant professeur de Bonn l'expose chez les mammifères, n'est pas un fait isolé dans le règne animal. On sait que M. Meissner a soutenu que, chez les Nématodes, il faut distinguer deux périodes dans l'oogenèse et que, dans le germigène de ces animaux, se forment les cellules-mères des œufs, qui, arrivées dans le vitellogène, donnent naissance, par bourgeonnement, à des œufs qui finissent par se séparer complétement de la souche. J'ai fait voir plus haut que ces observations de M. Meissner sont complétement erronées et que toutes les observations faites sur les Nématodes par MM. Munck, Claparède, Schneider et Leuckart démontrent, à l'évidence, que M. Meissner a soutenu une opinion tout à fait dépourvue de fondement. L'appui que M. Pflüger a cherché dans les observations de M. Meissner n'a donc aucune valeur; et si ce mode de formation des œufs chez les mammifères était exact, il serait contraire à tout ce qui a été observé chez les autres groupes. Je ne puis donc considérer comme établis, ni l'un ni l'autre des deux points fondamentaux de la théorie de M. Pflüger. Les preuves par lesquelles il a cherché à établir sa théorie de l'oogenèse, qui comprend, d'après lui, deux périodes distinctes, sont très-sujettes à caution; il n'en a guère donné, pour appuyer le premier point fondamental, et le second n'est qu'une conséquence découlant tout naturellement du premier.

J'ai interprété tout autrement les observations que j'ai pu faire; et les figures que M. Pflüger a données confirment pleinement ma manière de voir, si l'on fait abstraction de la fig. 4 de la pl. II.

Si l'on fait, au moyen d'un rasoir bien tranchant, des coupes aussi minces que possible de l'ovaire tout frais de jeunes veaux, et que l'on observe ces coupes dans un liquide indifférent, tel que de l'humeur aqueuse, on ne tarde pas à découvrir des tubes grêles, d'une grande délicatesse, que j'ai vus se terminer en cul-de-sac tout près de la surface de l'ovaire. Le tube est circonscrit par un contour assez net, mais il m'a été impossible d'y reconnaître avec certitude une membrane distincte. On trouve à son intérieur des éléments vésiculaires d'une extrême délicatesse, qu'on ne distingue qu'avec peine, parce qu'il est difficile de faire une coupe d'une minceur suffisante sur un ovaire non durci. Néanmoins j'ai pu reconnaître que ces éléments vésiculaires, qui sont de jeunes noyaux de cellules, comme le montre l'étude de leur développement ultérieur, sont dépourvus de nucléole, et qu'entre ces vésicules se trouve un liquide peu abondant, finement granuleux, qui est très-probablement un liquide protoplasmatique. J'ai été assez heureux pour faire un jour une coupe où l'on apercevait assez distinctement la terminaison d'un tube près de la surface de l'ovaire. C'est cette préparation que j'ai représentée (pl. XI, fig. 9). M. Pflüger a décrit, chez le veau, les mêmes organes tubulaires.

A côté de ces tubes pleins à éléments vésiculaires transparents, on reconnaît des tubes un peu plus larges, dont la partie voisine de la surface de l'ovaire présente la même structure que celle des tubes que je viens de décrire; mais dans une portion du tube un peu plus éloignée de l'extrémité aveugle, on reconnaît que les éléments cellulaires, que l'on distinguait dans la partie terminale, ont atteint des dimensions un peu plus considérables, tout en conservant la même délicatesse. Ce sont encore de petites vésicules séparées les unes des autres par un liquide protoplasmatique finement granuleux; mais on y distingue une petite tache foncée, c'est le nucléole.

Dans une région plus profonde de l'ovaire, j'ai trouvé à l'intérieur des tubes de jeunes œufs parfaitement caractérisés, formant une chaîne véritable. Leur vésicule germinative présentait encore les caractères des éléments cellulaires que j'avais reconnus dans la portion terminale, sauf qu'ils avaient des dimensions plus considérables et qu'ils présentaient un corpuscule réfringent plus ou moins volumineux. Un protoplasme finement granuleux entourait ces jeunes vésicules germinatives, et les étranglements que l'on distinguait

à la surface externe du protoplasme entre deux œufs consécutifs accusaient nettement un commencement de séparation. Ces œufs étaient contenus dans des tubes limités par un contour foncé (membrane anhiste?) et çà et là on reconnaissait à la surface interne de la membrane des cellules dont le noyau à contour foncé était seul bien reconnaissable. J'ai dessiné aussi exactement que possible un de ces tubes qui montrait avec la dernière évidence le passage insensible entre la portion du tube où le protoplasme des jeunes œufs présentait ces étranglements, et une autre partie où il n'était pas possible de distinguer la moindre trace d'étranglement, et où le tube était rempli d'un liquide protoplasmatique commun, tenant en suspension de jeunes vésicules germinatives. Il ressortait incontestablement de l'étude de cette préparation, que les chaines d'œufs résultent de ce que le protoplasme à noyaux, qui remplit la portion terminale du tube sexuel, s'étrangle autour des noyaux dans une partie du tube quelque peu éloigné de son extrémité en cul-de-sac, et ces étranglements marquent le commencement de la délimitation des œufs.

Dans la partie la plus profonde du tube, on distingue çà et là des noyaux cellulaires, tapissant les parois du tube ovarien. Ces noyaux, limités par un contour très-net, représentent, je pense, les premiers rudiments de l'épithéléon. Je n'ai pu trouver de formations analogues à celles que M. Pflüger considère comme un épithéléon cylindroïde.

Comme je l'ai dit plus haut, au mois de mars dernier, j'ai eu l'occasion d'étudier l'ovaire d'un jeune kangourou (*Petrogale Xanthopus*). Jamais, chez aucun animal, je n'ai vu aussi distinctement les tubes ovariens, qui se dessinent par un double contour démontrant clairement l'existence d'un membrane anhiste. D'un autre côté, le contenu des tubes se distingue par un aspect granuleux qui tranche sur le tissu conjonctif transparent qui les entoure; et les éléments cellulaires qui les constituent ont des caractères bien nets.

J'ai dessiné, aussi exactement que possible (pl. XI, fig. 12), un tube qui montrait avec une netteté admirable tout le mode de formation de l'œuf. Cette préparation a été faite sur un ovaire légèrement durci par un séjour de cinq heures dans une solution concentrée d'acide oxalique. L'acide oxalique n'avait

pas notablement altéré le tissu; seulement, sous son influence, le protoplasme devint à la fois plus opaque et plus granuleux. Le tube présente près de la surface de l'ovaire un diamètre assez considérable; il va en s'élargissant à mesure qu'il pénètre plus profondément dans l'ovaire. L'extrémité du tube renferme un liquide protoplasmatique fondamental, peu transparent, ce qui résulte de la présence, dans le protoplasme, d'un grand nombre de fines granulations. On aperçoit dans ce liquide des éléments cellulaires proportionnellement plus petits que ceux du veau; peut-être s'étaient-ils légèrement contractés sous l'influence de l'acide. Ces vésicules sont sphéroïdales et leur diamètre varie un peu de l'une à l'autre. Un peu plus loin, ces vésicules ne sont plus semblables entre elles; les unes apparaissent avec des dimensions un peu plus considérables, elles y sont plus transparentes et présentent au centre une petite tache; les autres, ovalaires, ont conservé à peu près les mêmes dimensions, mais leur contour est plus net et leur contenu plus granuleux. Ces dernières représentent évidemment les premiers rudiments de l'épithéléon, et les vésicules transparentes, à contours très-pâles en suspension dans le protoplasme granuleux, sont les jeunes vésicules germinatives. Un peu plus loin encore, ces jeunes vésicules germinatives ont grandi; la tache qu'elles présentaient est devenue un petit corpuscule très-réfringent; elles sont encore séparées par un protoplasme fondamental commun; mais à mesure qu'on suit le tube dans la profondeur de l'ovaire, on voit la quantité de protoplasme, séparant les vésicules, augmenter de plus en plus. Celui-ci devient plus granuleux au contact des vésicules germinatives, et des échancrures apparaissent à sa surface. *Le protoplasme fondamental à noyaux qui remplit la partie terminale du tube se continue directement avec une chaîne d'œufs :* deux œufs consécutifs sont séparés par une échancrure circulaire, d'abord peu profonde, qui est le premier indice de la délimitation du protoplasme autour des vésicules germinatives. A la périphérie du tube, on distingue encore çà et là des noyaux à contours foncés, qui prennent de plus en plus nettement les caractères des noyaux des cellules épithéléales.

Je n'ai pas pu suivre plus loin ce tube, et je n'ai pu trouver les formes intermédiaires entre ces tubes primitifs et les tubes tapissés d'une couche continue de cellules épithéléales. Je ne saurais dire si ces cellules épithéléales,

d'abord éparpillées, donnent naissance à un épithéléon cylindroïde, comme le pense M. Pflüger; mais il résulte clairement de mes observations que *primitivement les jeunes œufs sont complétement confondus les uns avec les autres par leur corps protoplasmatique. Cette masse protoplasmatique commune se délimite peu à peu autour des vésicules germinatives, et ceci s'opère par la formation de sillons apparaissant à la surface du protoplasme entre deux vésicules consécutives. Ces sillons, en progressant vers le centre de la chaine, finissent par isoler les œufs.*

Mes observations sur le mode de formation de l'œuf chez les mammifères ne concordent donc aucunement avec la théorie de l'oogenèse telle que M. Pflüger l'a exposée. Je ne pense pas qu'il y ait en réalité dans l'accomplissement de ce phénomène deux périodes distinctes. Je n'ai jamais pu constater que la chambre germinative donne naissance *à des cellules isolées* que l'on pourrait considérer comme étant les cellules-mères des œufs, et les œufs réunis en chaines ne proviennent aucunement par bourgeonnement de ces œufs-mères.

Fig. 2.

La figure chématique ci-contre exprime clairement le résumé de mes recherches et l'interprétation qui en ressort relativement à l'oogenèse des mammifères.

Je ferai remarquer que les figures que M. Pflüger a données de l'extrémité aveugle du tube ovarien du veau (pl. II, fig. 3), et du chat (pl. III, fig. 1, et pl. IV, fig. 2), s'accordent parfaitement avec mes propres observations. Et l'interprétation que j'ai donnée aux faits en ressort avec la dernière évidence. Au contraire, ces dessins sont complétement inconciliables avec sa propre théorie.

D'un autre côté, et ceci soit dit en passant, puisque j'aurai à revenir plus loin sur ce point, l'oogenèse des mammifères se ramène ainsi complétement aux phénomènes si uniformes observés dans les diverses classes du règne animal; partout la cellule-œuf se forme de la même manière aux dépens d'un protoplasme à noyaux. L'analogie est surtout frappante avec les faits observés chez les Nématodes, et les *chaines d'œufs* des mammifères correspondent

parfaitement aux séries d'œufs portés sur un *rachis commun*, que l'on a observées chez un grand nombre de ces Helminthes.

Multiplication des jeunes œufs à l'intérieur des follicules. — Maintenant que j'ai montré comment les jeunes œufs se forment dans la partie des tubes ovariens qui avoisine leur extrémité périphérique, et que j'ai fait voir que les chaines d'œufs ne résultent pas de ce que les œufs naissent les uns des autres par voie de bourgeonnement, il y a lieu de se poser la question de savoir si les œufs ne peuvent pas se multiplier, soit par division, soit par bourgeonnement, dans la partie inférieure des tubes ovariens, ou bien dans les follicules complétement isolés.

J'ai représenté (pl. XI, fig. 19-24) des follicules d'un fœtus humain à terme, et l'on sait qu'à cette époque les tubes se sont complétement réduits en follicules. J'ai fait ces dessins d'après des coupes fraîches traitées par une solution à 1 p. °/o de chromate acide de potasse.

On reconnaît avec la plus grande netteté, dans la vésicule germinative du jeune œuf dessiné (pl. XI, fig. 23), deux nucléoles parfaitement distincts; dans la figure 20, on distingue deux œufs. La vésicule germinative de chacun d'eux renferme deux noyaux à nucléole, qui ne peuvent être que de jeunes vésicules nées de la première.

Un point important à noter, c'est que ces deux jeunes vésicules sont contenues à l'intérieur de la vésicule-mère, qui les entoure de sa membrane commune, de sorte qu'il faut bien admettre ici, que la vésicule germinative se multiplie, non par division, mais par voie endogène. J'ai vu une fois une vésicule germinative emboîter, non pas deux, mais trois vésicules-filles, comme je l'ai représenté (fig. 21). Mais ce qui est remarquable, c'est que dans le vitellus du jeune œuf on distinguait nettement trois sillons qui montraient, à la dernière évidence, que si le noyau se multiplie par voie endogène, il n'en est pas de même du contenu de la cellule qui, lui, se divise directement. Il n'était pas possible de distinguer aucune trace de membrane vitelline.

J'ai encore reconnu cette multiplication par division de l'œuf, dans un autre follicule (pl. XI, fig. 19). Ce follicule renfermait deux vésicules germinatives

distinctes, mais rapprochées l'une de l'autre. Leur dimension moindre que celle des œufs voisins montrait clairement que j'avais sous les yeux deux jeunes vésicules. Le vitellus est divisé en deux portions distinctes par un sillon droit nettement accusé.

Dans tous ces cas, les parois du follicule ne manifestaient encore aucune tendance à la division; on ne distinguait à sa surface régulièrement ovale, ni trace d'échancrure, ni commencement de *septum*. N'est-il pas étonnant de voir les œufs se multiplier ainsi par division dans les follicules isolés, et les ovules nés les uns des autres se séparer complétement avant que le follicule manifeste la moindre tendance à la division? Dans les tubes les œufs forment une véritable chaine, dont les chainons ne se séparent les uns des autres que quand les cellules épithéléales et le *septum*, qui doit déterminer la séparation des tubes en follicules, viennent interrompre la continuité entre deux œufs voisins.

Quand les deux jeunes œufs sont complétement séparés (fig. 20), alors seulement on voit les cellules de la couche granuleuse se multiplier tout autour de la surface de contact des deux œufs; en se multipliant, elles donnent naissance à une lame cellulaire, qui s'avance entre eux et finit par les séparer complétement (fig. 20). Plus tard encore, on voit la tunique propre donner naissance à un *septum* qui déterminera la division complète du follicule primitif en deux follicules distincts. Il résulte donc de ces observations que les œufs peuvent se multiplier, quand ils sont isolés dans les follicules, et cette multiplication s'opère avec des caractères tout particuliers : la vésicule germinative de l'œuf se multiplie par voie endogène, et c'est par division du vitellus que s'achève la multiplication. Cette multiplication des jeunes œufs dans les follicules s'accomplit indépendamment de la division des jeunes capsules de de Graaf; la séparation des ovules s'achève complétement avant que le follicule manifeste la moindre tendance à la division. Dans les tubes ovariens, au contraire, la séparation complète des œufs les uns des autres, paraît, dans certains cas au moins, liée à la formation du *septum* qui doit isoler les follicules.

Von Baër et Bisschoff avaient déjà observé qu'il existe quelquefois deux, ou même plusieurs ovules dans un même follicule de de Graaf, et, dans ces

derniers temps, Klebs[1] et Quincke[2] ont conclu de nouvelles observations faites sur ce point, que les follicules de de Graaf des mammifères peuvent, jusqu'au moment de la puberté, se multiplier par division. Ils concluent du fait de l'existence de plusieurs œufs dans certains follicules, que ces œufs se multiplient par division. Cette conclusion n'est pas fort rigoureuse; ces follicules à plusieurs œufs pouvaient n'être que des portions renfermant encore d'autres œufs des tubes ovariens primitifs; rien ne me semble prouver, dans leurs recherches, que ces œufs naissent les uns des autres.

J'ai montré par mes observations sur l'ovaire du fœtus humain à terme, comment, d'abord, la vésicule germinative se multiplie; comment, ensuite, le vitellus se divise et comment les cellules de la couche granuleuse et enfin la tunique propre s'avancent entre les jeunes œufs. Il me semble qu'après ces observations il n'est pas possible de révoquer en doute le fait de la multiplication des jeunes œufs à l'intérieur des follicules. Mais jamais je n'ai rencontré, dans les tubes ovariens primitifs, de jeune œuf en voie de multiplication, ni chez le fœtus humain, ni chez aucun autre mammifère.

Formation d'œufs chez l'adulte. — Dans un chapitre spécial de son travail, M. Pflüger a démontré que le développement des tubes ovariens n'a pas lieu seulement pendant la période embryonnaire et les premiers temps qui suivent la naissance; il a fait voir, par des recherches faites sur de vieux chats et sur des chiens adultes, que la formation de nouveaux follicules aux dépens des tubes est un phénomène s'accomplissant périodiquement, et qu'à des époques déterminées, le développement des tubes, des follicules et des œufs se produit chez les adultes de la même manière que chez les embryons.

L'ovaire du chat rentre régulièrement en activité au printemps, et tous les ans, à la même époque, ces animaux produisent une nouvelle génération d'œufs absolument comme les plantes, après une période de repos plus ou moins longue, produisent de nouvelles fleurs et des fruits.

M. Pflüger a cherché à établir un parallèle entre la reproduction des plantes et celle des animaux; il a cherché à montrer que, de la même ma-

[1] Klebs, *Virchow's Archiv*, t. XXI, p. 363.

[2] Quincke, *Notizen über die Eierstöcke der Säugethiere.* ZEITSCHRIFT FÜR WISS. ZOOL., Bd 12.

nière que chez les Phanérogames les vésicules embryonnaires se forment dans un sac embryonnaire, par formation libre, de même *l'ovule animal se forme par formation libre dans les œufs nés d'une cellule-mère par voie de bourgeonnement.*

Ce parallélisme, établi entre l'oogenèse dans les deux règnes, me semble purement hypothétique. Il ne repose sur aucun fait d'observation. Dans aucune classe je n'ai rien observé qui rappelle la formation des vésicules embryonnaires dans un sac embryonnaire, et je ne sais sur quoi est basée la distinction que fait M. Pflüger entre l'ovule des mammifères et l'œuf né dans les tubes ovariens, œuf qu'il compare au sac embryonnaire des végétaux.

Modifications que subissent les follicules et l'œuf jusqu'à leur entier développement.

Follicule. — Au moment où il se détache du tube ovarien, le follicule se constitue d'une membrane propre, tapissée d'une simple couche de belles cellules à noyaux, qui sont les premiers rudiments de la couche granuleuse. Toute la cavité centrale du follicule est remplie par le jeune œuf.

Le rôle physiologique des follicules n'est pas de former l'œuf; le germe prend naissance dans une partie déterminée du tube ovarien, et en ce point les éléments qui entrent dans la composition des follicules sont loin d'être entièrement formés. Le développement ultérieur de ces organes fait connaître quelle est la fonction des cellules de la couche granuleuse qui constituent, après l'œuf, la partie essentielle des follicules de de Graaf.

L'œuf croît assez rapidement à partir du moment où le follicule s'entoure des vaisseaux dont M. Schrön a étudié le mode de développement. Mais la couche granuleuse reste constituée quelque temps encore d'une lame unique de cellules, qui ont conservé toujours leur forme arrondie, parfaitement régulière. A un moment donné, ces cellules entrent dans une phase d'activité étonnante; elles se multiplient rapidement, et, s'il faut en croire M. Leydig [1], chacune des cellules arrondies primitives donnerait naissance, *par voie de bourgeonnement,* à toute une progéniture de jeunes cellules. Les cellules qui

[1] *Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere,* von Dr Franz Leydig. Franckfurt, 1857, p. 509.



entourent immédiatement l'œuf ont quelquefois des dimensions plus considérables que les autres. M. Pflüger a observé en particulier ce fait chez le veau; mais le phénomène est loin d'être général et commun à tous les mammifères.

A un moment déterminé du développement du follicule, l'œuf commence à s'entourer de la zone pellucide qui croît rapidement en même temps que l'œuf cesse d'occuper le centre du follicule. Il devient excentrique étant rejeté à l'un des pôles du follicule, pendant que l'autre se remplit de cellules, les unes arrondies, les autres à prolongements plus ou moins développés. Bientôt apparaît au milieu de cet amas cellulaire une cavité qui se remplit d'un liquide incolore; celui-ci s'amasse dans cette cavité en quantités de plus en plus considérables; il a reçu le nom de *liquor folliculi* et paraît sécrété par les cellules de la couche granuleuse, qui n'auraient donc pas toutes une seule et même fonction : les unes serviraient à la sécrétion de la zone pellucide de l'œuf, les autres à la formation du liquide qui déterminera plus tard la déhiscence du follicule et entraînera l'ovule dans les trompes. Peu à peu le follicule acquiert donc l'aspect d'une grande vésicule arrondie, formée d'une membrane anhiste tapissée de la couche granuleuse; en un point, la couche granuleuse est considérablement épaissie pour former le disque proligère à l'intérieur duquel se trouve l'œuf. La plus grande partie de la cavité du follicule est remplie par ce liquide transparent, qui, en s'accumulant de plus en plus, exerce sur les parois du follicule une pression croissante et finit par déterminer la rupture de ses parois.

OEuf. — L'œuf qui a pris naissance près de l'extrémité superficielle d'un tube ovarien s'entoure d'une couche de cellules épithéléales dans une partie plus profonde de ces tubes, qui finissent par se résoudre en un grand nombre de follicules distincts. L'œuf, jusqu'alors très-petit, subit ensuite une série de modifications, consistant surtout dans le développement des diverses parties qui le constituent.

La vésicule germinative a dès le début une forme arrondie et une transparence parfaite; elle conserve ces caractères pendant toute la durée du développement de l'œuf, et les seules modifications qu'elle subit se rapportent à ses dimensions.

Le corpuscule de Wagner croît aussi; il est toujours doué d'une réfringence considérable et il conserve généralement une forme arrondie très-régulière. Quelquefois il devient moins réfringent et granuleux dans le cours du développement.

Quant à la position, tant de la vésicule germinative que de la tache de Wagner, il n'est pas possible de rien en dire de général : cette position varie dans le cours du développement. D'après M. Pflüger, le corpuscule de Wagner est situé à la périphérie de la vésicule germinative dans les jeunes œufs, pour devenir plus tard centrale. M. Leydig a observé que dans certains cas le corpuscule de Wagner est adhérent à la paroi de la vésicule de Purkinje (Rat) [1].

Il est incontestable aussi qu'à certains moments la vésicule germinative devient très-peu distincte et qu'il est souvent impossible de la distinguer; mais il est probable que ces modifications dans la netteté des contours dépendent moins des changements subis par la vésicule germinative elle-même, que du vitellus, dans lequel l'activité vitale de l'œuf semble tout spécialement concentrée.

Vitellus. — Au moment où se forme le follicule, le vitellus de l'œuf se montre manifestement constitué d'un liquide fondamental protoplasmatique, tenant en suspension des granules réfringents de petite dimension.

Ces granules sont d'abord uniformément répandus dans la masse du protoplasme; mais bientôt on les voit s'accumuler en plus grande quantité dans la partie périphérique du vitellus, tandis qu'autour de la vésicule germinative la couche est peu chargée de granules; et immédiatement sous la zone pellucide on trouve une autre couche peu épaisse d'un liquide plus clair. Quand l'œuf est mûr, on trouve encore, chez quelques mammifères, immédiatement autour de la vésicule germinative, cette couche protoplasmatique peu chargée de corpuscules réfringents; à la périphérie, au contraire, la couche vitelline très-épaisse, formée du même protoplasme fondamental, est fortement chargée d'éléments vitellins.

Ces éléments se trouvent, dès le début, en suspension dans le protoplasme;

[1] Fr. Leydig, *Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere*, p. 510.



on en trouve déjà, quoique petits et peu nombreux, dans la masse protoplasmatique commune des tubes ovariens primitifs; leur nombre et leur volume augmentent au fur et à mesure que l'œuf se développe, et il arrive un moment où ces éléments s'y trouvent en telle abondance, qu'ils font perdre à l'œuf sa transparence primitive.

Quant au mode de formation de ces éléments, la question ne peut être douteuse : ils se développent à l'intérieur même du protoplasme. L'œuf, cellule protoplasmatique vivante, est baignée par le liquide nourricier qui imprègne tous les tissus; il peut puiser dans ce liquide les matériaux dont il a besoin pour élaborer ces matières nutritives, tout comme une cellule salivaire puise dans le liquide nourricier les matières premières dont elle doit former son produit.

Quant à la nature fonctionnelle de ces éléments, il ne peut y avoir de doute : ils sont bien certainement de la matière nutritive pour le futur embryon. D'abord, il est bien démontré que parmi ces éléments se trouvent de petites vésicules graisseuses; or, la graisse est évidemment un produit nutritif. D'un autre côté, il est bien établi aujourd'hui, que ce sont ces mêmes éléments réfringents de l'œuf primitif qui, chez l'oiseau, sont élaborés plus complétement, si je puis m'exprimer ainsi, de façon à former les vésicules qui constituent toute la masse du jaune ou vitellus nutritif. De plus, par tous leurs caractères physiques et chimiques, ces éléments sont bien l'analogue de ceux qui, chez les animaux inférieurs, sont fournis par le vitellogène et qui sont évidemment de la substance nutritive pour l'embryon. Enfin, l'étude du développement de l'embryon et des cellules blastodermiques, en particulier, montre suffisamment que ces éléments réfringents disparaissent peu à peu pour nourrir les cellules embryonnaires, avant que l'œuf reçoive de la mère les éléments dont il a besoin pour se développer.

Il faut donc distinguer dans le vitellus des mammifères un protoplasme fondamental et des éléments nutritifs sous forme de corpuscules réfringents, plus ou moins volumineux, suspendus dans sa masse.

Membranes. — J'ai fait voir plus haut, en étudiant la constitution de l'œuf, comment se développe la zone pellucide. L'étude du mode de formation de

cette membrane était nécessaire pour juger de sa nature. Quant à la membrane vitelline, il est évident qu'elle se forme aux dépens de la couche externe du protoplasme de l'œuf; mais à quel moment se forme-t-elle?

Existe-elle autour des jeunes œufs contenus dans les tubes ovariens, ou ne se forme-t-elle que plus tard? M. Pflüger admet que les cellules-mères des œufs possèdent une vraie membrane et que cette membrane s'allonge de façon à former un véritable tube, dont la paroi entoure les divers œufs nés de cette cellule-mère et réunis en chaine. Je n'ai jamais pu me convaincre de l'existence de ces œufs-mères, et d'après mes observations, la formation des chaines d'œufs doit recevoir une explication toute différente de celle que M. Pflüger leur a donnée. Les chaines sont-elles entourées d'une membrane commune? Je n'ai jamais pu me convaincre non plus de l'existence de cette membrane, et il me semble que, vu le mode de formation des chaines, une telle membrane n'est guère admissible. Certes, les œufs sont circonscrits par un contour assez foncé; mais ce fait ne prouve nullement l'existence d'une membrane; il démontre seulement que le protoplasme présente un pouvoir réfringent supérieur à celui du milieu qui l'entoure. M. Pflüger a observé que dans les ovaires soumis pendant plusieurs jours à l'action de l'acide oxalique, on rencontre des œufs où une membrane véritable se sépare de la substance protoplasmatique sous-jacente. Mais l'action de l'acide oxalique ne peut-elle rendre compte de la formation de cette membrane? N'est-elle pas un produit artificiel?

Je crois que quand les œufs se sont complétement isolés dans des follicules nouvellement formés, ils n'ont pas encore, au début, de vraie membrane cellulaire, et s'il en est ainsi, il est clair que les œufs en chaines en sont complétement dépourvus. J'ai donné plus haut les raisons qui me portent à croire que les jeunes œufs nouvellement isolés dans les follicules sont dépourvus de membrane vitelline.

Dans ses recherches sur l'ovaire des oiseaux, M. Gegenbauer est arrivé au même résultat. Après avoir démontré que les jeunes follicules de de Graaf chez l'oiseau sont complétement identiques à ceux des mammifères, le savant professeur d'Iéna émet l'opinion qu'il n'existe autour des jeunes œufs aucune membrane et que ceux-ci sont de simples globes protoplasmatiques à noyau.

Si l'on examine avec soin un jeune follicule (pl. XI, fig. 13 et 14), on voit très-souvent l'œuf présenter une forme étoilée et la substance vitelline s'avancer dans les sillons qui séparent deux cellules voisines; d'un autre côté, on voit aux deux pôles du follicule le jeune œuf envoyer des prolongements qui vont remplir complétement, en s'étendant jusqu'à la tunique propre, l'espace laissé entre les cellules épithéléales. Cette apparence pourrait-elle se produire s'il existait à ce moment autour du jeune œuf une membrane cellulaire? D'autre fois, il est vraî, l'œuf présente une forme parfaitement arrondie, mais ce fait s'explique parfaitement par la contractilité de la substance protoplasmatique, démontrée par les mouvements amœboïdes, que M. Pflüger a lui-même constatés avec la dernière évidence. Je ne pourrais fixer le moment exact où la membrane vitelline se forme, mais j'ai la conviction que, comme chez l'oiseau, elle se produit lentement dans le cours du développement de l'œuf; qu'elle est d'abord une couche protoplasmatique assez claire, qui acquiert une densité croissante et finit par affecter les caractères d'une vraie membrane [1].

Développement. — Von Baër [2], en faisant connaître l'œuf des mammifères, ouvrait la voie à l'embryogénie, et, grâce aux travaux de Wharton Jones [3], Barry [4], Coste [5], et surtout de Bisschoff [6], l'embryogénie des mammifères

[1] En étudiant dernièrement la structure de l'ovaire et le développement de l'œuf d'un *Delphinus delphis* frais, j'ai pu me convaincre de ces deux faits : 1° que la membrane vitelline se forme dans des follicules où la couche granuleuse, déjà très-développée, a donné naissance aux premiers rudiments de la zone pellucide; 2° que c'est alors seulement que la membrane vitelline commence à se former : elle se produit aux dépens de la couche externe du protoplasme, qui devient complétement transparente, atteint une densité croissante et finit par former une véritable membrane.

[2] Von Baër, *Epistola de ovi mammalium et hominis genesi*, 1827.

[3] Wharton Jones, *On the first changes in the ova of mammifera in consequence of impregnation.* Phil. trans., 1837, p. 339.

[4] Barry, *Researches in embryology*, 2d series. Phil. trans., 1839. — *Idem.*, 3d series, 1840.

[5] Coste, *Recherches sur la génération des mammifères.* Paris, 1834. — *Histoire de la génération et du développement*, 1841. — *Histoire générale et particulière du développement des corps organisés.* Paris, 1847.

[6] Bisschoff, *Entwickelungsgeschichte des Kaninchen-Eies*, 1842. — *Traité du développement de l'homme et des mammifères.* — *Entwickelungsgeschichte des Meerschweinchens.*

fit, en peu d'années, des progrès immenses. Barry y observa le premier le fractionnement du vitellus, et c'est surtout par les magnifiques travaux de Bisschoff, que la marche que suit la nature dans l'accomplissement de ce phénomène et dans la formation du blastoderme, a été mis au jour.

Je n'ai pas à m'occuper ici de la question de savoir où, quand et comment s'opère la fécondation des œufs; les seuls phénomènes qui nous intéressent pour le moment sont ceux qui nous font comprendre la vraie valeur des diverses parties constitutives de l'œuf, et la relation existant entre ce corps et les cellules qui forment les premiers rudiments de l'embryon.

Jusqu'ici on n'a guère mis en doute que le premier phénomène qui se produit dans l'œuf fécondé des mammifères est la disparition de la vésicule germinative; seulement quelques embryogénistes pensent que ce phénomène est dû à l'influence de la liqueur fécondante; les autres, en plus grand nombre, ont soutenu que la vésicule a déjà cessé d'exister au moment où la fécondation se produit; que, par conséquent, sa disparition n'est pas le résultat de l'action des spermatozoïdes, mais qu'elle doit être considérée, pour me servir de l'expression employée par M. Milne Edwards, comme une conséquence de sa mort naturelle. Que la vésicule germinative disparaît à la vue, et qu'à certaine époque il est impossible de constater sa présence dans le vitellus, c'est incontestable; mais faut-il en conclure qu'elle disparaisse réellement, ou bien a-t-on des raisons pour croire que sa disparition n'est qu'apparente? Il faut bien le reconnaître, il n'est pas possible de démontrer rigoureusement que la vésicule germinative ne disparaît pas.

Néanmoins, il y a, me semble-t-il, des raisons sérieuses pour douter de la réalité de cette disparition. La première, c'est que la vésicule germinative se conduit absolument, sous ce rapport, comme les noyaux des globes vitellins qui naissent successivement dans l'œuf. Les globes vitellins présentent, à certains moments, une tache pâle, qui indique la présence dans la masse vitelline d'un noyau homogène et transparent; à d'autres moments, il n'est plus possible de reconnaître dans les sphères vitellines l'existence de ces noyaux. Ils se manifestent d'abord clairement dans les globes qui viennent de se former, puis disparaissent, pour se montrer de nouveau peu de temps avant qu'un nouveau fractionnement se produise. Les œufs d'une lapine, tuée

vingt heures après la fécondation, présentaient très-nettement le fractionnement en deux globes, et dans chacun d'eux on reconnaissait très-distinctement un noyau transparent. Dans le tiers supérieur des oviductes d'une autre lapine, sacrifiée vingt-deux heures après l'accouplement, j'ai trouvé cinq ovules, et dans chacun d'eux, j'ai reconnu distinctement l'existence de deux globes; mais il ne m'a pas été possible de trouver les noyaux que l'on distinguait si nettement dans le premier cas. Les noyaux reparaissent avec une forme allongée, dans les œufs de lapines sacrifiées vingt-cinq à vingt-six heures après l'accouplement. Peut-on admettre que ces noyaux disparaissent réellement pour être remplacés par des noyaux de nouvelle formation qui, à peine formés, s'évanouiraient à leur tour? Je ne crois pas que cette opinion soit soutenable.

La vésicule germinative se conduit dans l'œuf absolument comme les noyaux dans les sphères de segmentation. Généralement, au moment où il a atteint sa complète maturité, l'œuf ne présente plus de traces de la vésicule germinative jusqu'alors si distincte; mais j'ai trouvé dans les œufs d'une lapine, treize à quatorze heures après la fécondation, le globe vitellin unique présentant, à sa partie centrale, un noyau allongé; tous ses caractères étaient identiques à ceux de la vésicule germinative primitive, si l'on fait abstraction des dimensions un peu plus considérables et de la forme ovale de ce noyau.

La vésicule germinative se conduit donc dans l'œuf absolument comme les noyaux dans les sphères de segmentation qui les renferment; et si l'on n'admet pas la disparition réelle des noyaux des globes vitellins, peut-on admettre que la vésicule germinative disparaisse pour être remplacée par un noyau de nouvelle formation?

2° D'un autre côté, l'étude comparative du mode de formation de l'œuf et de sa constitution, et le fait même de la disparition apparente de la vésicule germinative démontrent que la vésicule germinative des mammifères est bien l'analogue de cette partie de l'œuf des animaux inférieurs que l'on désigne sous le même nom. Or, on a observé, dans un grand nombre de cas, que chez eux la vésicule germinative se divise directement en deux parties, qui deviennent les noyaux des premières sphères de segmentation. Peut-on admettre qu'un organe aussi essentiel de l'œuf, que l'on trouve avec les mêmes carac-

tères dans les différents groupes du règne animal, disparaisse chez les uns et persiste chez les autres?

Tout porte à croire que la disparition de la vésicule germinative, chez les mammifères, n'est qu'une simple apparence; qu'en réalité elle se divise et que ses portions deviennent les noyaux des globes vitellins. J'exposerai, du reste, plus au long, dans la seconde partie de ce travail, les raisons qui me portent à admettre sa persistance dans l'ensemble du règne animal.

Un autre phénomène, qui se produit après la fécondation et qui a été constaté et signalé par tous les embryogénistes qui se sont occupés du développement des mammifères, c'est une sorte de retrait que subit le vitellus, d'où résulte la formation, entre la surface du globe vitellin et la zone pellucide, d'un espace qui se remplit bientôt d'un liquide complétement transparent. Quelle est la nature de ce phénomène, et d'où vient le liquide transparent qui s'accumule autour du globe vitellin en même temps que se produit ce retrait?

Deux explications ont été données de ce fait : 1° le vitellus se constitue de deux parties distinctes : l'une, externe, complétement transparente, ne prenant point part au fractionnement, représente la partie du vitellus de l'œuf des oiseaux que l'on a désignée sous le nom de vitellus de nutrition; l'autre, interne, correspond au vitellus de formation et subit seule le phénomène de la segmentation. M. Pflüger a émis cette opinion et il reconnaît, dans les deux couches qu'il distingue dans le vitellus de l'œuf, avant la fécondation, une preuve à l'appui de cette interprétation. La couche externe subirait, après la fécondation, des modifications profondes; les éléments réfringents dont elle se constitue presque exclusivement se fondraient en un liquide transparent homogène; la couche interne subirait seule le phénomène si remarquable de la segmentation.

Si cette explication paraît acceptable pour l'œuf du chat, dans lequel M. Pflüger a pu faire cette distinction, elle ne peut l'être, me semble-t-il, pour les autres mammifères. Dans l'œuf d'une lapine, par exemple, on ne distingue guère ces deux couches dont parle l'habile physiologiste de Bonn. C'est à peine si l'on peut distinguer, à une certaine période du développement, autour de la vésicule germinative, une zone où le protoplasme est moins

chargé que dans les autres parties du vitellus, des éléments nutritifs qui donnent à l'œuf une opacité assez considérable. Or, comme le phénomène du retrait se produit après la fécondation, dans l'œuf de tous les mammifères, il faut nécessairement que l'explication du fait soit applicable à tous les œufs qui présentent ce phénomène.

D'un autre côté, le phénomène du retrait du vitellus après la fécondation n'a pas été observé chez les mammifères seulement; il a été signalé chez un grand nombre d'animaux inférieurs, et, en particulier, chez beaucoup de *Mollusques* et de *Crustacés :* parmi les Amphipodes, par exemple, où le vitellus se constitue manifestement de deux parties distinctes, d'un protoplasma fondamental et d'éléments nutritifs en suspension dans ce liquide, certaines espèces (le *Gammarus locusta,* entre autres) présentent le fractionnement total du vitellus. Chez eux, comme chez les mammifères, le premier phénomène qui se produit dans l'œuf fécondé, c'est un retrait que subit le vitellus, d'où résulte la formation d'un espace entre la surface du vitellus et l'enveloppe de l'œuf, et on y voit apparaître un liquide transparent. Évidemment, ce liquide n'est pas le vitellus de nutrition qui se sépare du vitellus de formation : *la séparation entre l'élément protoplasmatique et la substance nutritive s'accomplit chez eux après le fractionnement.* Le phénomène de retrait ne résulte donc pas de la séparation se produisant avant le fractionnement entre les deux éléments constitutifs du vitellus. J'ai également constaté que chez les Trématodes (*Amphistoma subclavatum*) la cellule germinative se contracte avant de se diviser.

2° Je préfère l'explication que Barry, Bisschoff et Coste ont donnée de ce fait. Pour eux, le retrait consiste dans une augmentation de densité du vitellus, d'où résulte la production, entre le vitellus et la paroi de l'œuf, d'un vide virtuel qui appelle à l'intérieur de l'œuf un liquide venant de l'extérieur.

Chez les mammifères, le volume de l'œuf augmente successivement pendant toute la durée de la segmentation. Ce phénomène résulte évidemment de ce que de nouveaux matériaux s'accumulent à son intérieur en quantités de plus en plus considérables, et il me paraît très-probable que cet appel à l'intérieur de l'œuf de quantités toujours croissantes de matières nutritives commence dès le début du développement, puisque dès lors nous voyons

le volume de l'œuf augmenter. Au moment où le vitellus de l'œuf a subi le retrait, son diamètre est déjà plus considérable que celui de l'œuf ovarien.

J'ai cherché bien des fois à découvrir le phénomène de la rotation du vitellus, qui a été signalé par M. Bisschoff [1] dans les œufs de lapine pendant leur passage dans les oviductes. Jamais je n'ai observé ce mouvement de rotation et jamais je n'ai reconnu à la surface du vitellus les cils dont M. Bisschoff a signalé l'existence.

C'est aussi à cette époque de l'histoire du développement de l'œuf que le globe vitellin laisse échapper une, et plus généralement deux vésicules transparentes, en même temps qu'un certain nombre de granules qui paraissent être des éléments nutritifs du vitellus. Ces deux vésicules transparentes, qui ont tant intrigué les embryogénistes, ont été aperçues pour la première fois, chez les mammifères, par Barry et Bisschoff. Mais à cette époque, leur existence avait déjà été signalée chez plusieurs Mollusques, et depuis lors elles ont été reconnues dans la plupart des groupes du règne animal. On peut légitimement conclure de ce que l'on a vu ces vésicules dans presque toutes les classes, qu'elles doivent jouer dans le développement un rôle important. Mais quel est ce rôle? C'est encore aujourd'hui une véritable énigme. M. Robin [2] qui a fait du mode de formation de ces globes chez les Mollusques et les Annélides une étude approfondie, ne dit rien relativement à leur fonction physiologique. Toujours est-il qu'après être restées quelque temps en suspension dans le liquide qui remplit l'espace situé entre le vitellus et les enveloppes de l'œuf, ces vésicules disparaissent et se fondent dans le liquide qui les baigne.

Le phénomène du fractionnement du vitellus chez les mammifères a été étudié avec un soin tout particulier par Barry [3] et Bisschoff [4].

[1] *Ueber das drehen des Dotters im Säugethiereie während dessen Durchgang durch den Eileiter.* MULLER'S ARCHIV. FÜR ANAT. UND PHYS., 1841.

[2] Ch. Robin, *Mémoire sur les globules polaires de l'ovule.* JOURNAL DE LA PHYSIOLOGIE DE L'HOMME ET DES ANIMAUX, 5 avril 1862.

[3] Barry, *Researches on Embryology.* PHILOS. TRANS., 1839, p. 107, et 1840, p. 529.

[4] Bisschoff, *Traité du développement de l'homme et des mammifères. — Entwickelungsgeschichte des Kaninchen-Eies.* Braunschweig, 1842; — *Entwickelungsgeschichte des Meerschweinchens,* 1852; — *Entwickelungsgeschichte des Rehes,* 1854; — *Entwickelungsgeschichte des Hunde-Eies.*



J'ai suivi tout le développement de l'œuf de lapine jusqu'à la formation du blastoderme, et mes observations sont tout à fait conformes à celles de M. Bischoff. Vers la quatorzième heure après l'accouplement, on y voit apparaître un noyau pâle, à forme allongée, qui n'est, je crois, que la vésicule germinative.

Si l'on sacrifie une lapine quatorze heures après l'accouplement, on trouve généralement ce noyau situé au centre du globe. Dans le tiers supérieur de l'oviducte d'une lapine, que j'ai tuée seize heures après qu'elle avait subi le contact du mâle, j'ai trouvé trois ovules, qui tous trois présentaient exactement le même degré de développement. Le globe vitellin, encore unique, renfermait deux noyaux distincts, mais encore rapprochés l'un de l'autre; ils provenaient évidemment de la division en deux portions distinctes du noyau allongé, et quelques instants plus tard, le globe vitellin lui-même se serait divisé à la suite de son noyau. Il se serait formé deux globes, qui, d'abord accolés, auraient pris peu à peu une forme ovale régulière.

Au mois de mars dernier, j'ai eu l'occasion d'étudier un assez grand nombre de chauves-souris de différentes espèces, capturées dans la grotte Saint-Pierre à Maestricht. On sait qu'à cette époque ces animaux sont encore plongés dans un sommeil léthargique, et qu'ils ne se réveillent qu'au commencement du printemps.

En étudiant l'ovaire d'un *Vespertililio murinus*, j'ai trouvé cet organe couvert de spermatozoïdes doués d'une agilité extrême. On distinguait à côté des vésicules de de Graaf, arrivées à maturité, des corps jaunes en voie de formation. L'idée me vint tout naturellement d'examiner le contenu de l'oviducte et de la matrice, et j'ai trouvé, vers le milieu de ce canal, un œuf fécondé depuis peu de temps; il renfermait un globe vitellin unique à deux noyaux parfaitement distincts. Un espace peu considérable s'étendait entre le vitellus et les enveloppes dans le liquide transparent qui remplit cet espace; les globules polaires étaient au nombre de deux (vésicules directrices de Fréd. Muller). La zone pellucide très-épaisse renfermait dans son épaisseur plusieurs spermatozoïdes et sa surface était complétement dépourvue des cellules que l'œuf, en tombant dans les trompes, entraîne généralement avec lui.

Ce fait me paraît présenter un intérêt particulier, d'abord, à cause de la netteté avec laquelle on pouvait distinguer les deux noyaux du globe vitellin;

ensuite, parce qu'il démontre que certaines espèces de chauves-souris peuvent s'accoupler peu de temps avant le printemps, et que c'est une erreur de croire que tous les Cheiroptères portent pendant l'hiver.

J'ai dit que les œufs fécondés de lapine renferment, seize heures après l'accouplement, un globe vitellin unique pourvu de deux noyaux transparents. Quatre heures plus tard le globe s'est divisé en deux fractions de volume égal, pourvues chacune d'un noyau transparent; les deux globes sont au début accolés l'un à l'autre par une face plane et ce n'est qu'un peu plus tard qu'ils acquièrent une forme ellipsoïdale régulière.

C'est à cette époque qu'il est facile de reconnaître que sous la zone pellucide existe une membrane parfaitement distincte. Si l'on traite par l'acide acétique un œuf présentant la division en deux, en quatre, en huit ou en un plus grand nombre de globes, il devient assez facile de déchirer la zone pellucide en employant des aiguilles fines, de l'enlever ensuite, et on observe alors que les sphères de segmentation restent encore réunies par une membrane mince, parfaitement transparente, *sous laquelle on distingue nettement un grand nombre de spermatozoïdes*. Cette membrane est la membrane vitelline qui, avant le retrait, était immédiatement appliquée sur la surface du vitellus, et par là, elle était difficile à démontrer. Après la fécondation, le vitellus subit le retrait dont j'ai parlé plus haut, et la membrane vitelline s'écarte de sa surface, ce qui explique comment il se fait qu'elle est beaucoup plus facile à démontrer après que le développement a commencé.

Quand l'œuf est arrivé vers le milieu des trompes, une couche de substance transparente qui s'accroît constamment a déjà commencé à se déposer à la surface externe de la zone pellucide. Elle semble se déposer par couches ou strates concentriques successives et n'est autre chose qu'un produit de sécrétion de l'oviducte. Comme elle se dépose *par couches concentriques* autour de l'œuf *dans l'oviducte*, on a souvent assimilé cette substance à l'albumine de l'œuf des oiseaux. Mais il est étonnant de voir cette substance se former autour de l'œuf de certains mammifères et faire complétement défaut chez d'autres [1].

[1] M. Bisschoff pense qu'elle manque chez le chien; mais, d'après M. A. Thompson (art. *Ovum* dans *Todd's Cyclop. of Anat.*, suppl., p. 85), elle ne ferait pas complétement défaut. Toujours est-il qu'il n'en existe pas de traces chez les cochons d'Inde. (Bisschoff, *Entwick. des Meerschweinchens*, 1852.)



Bientôt les deux globes vitellins se divisent à leur tour; il s'en forme 4, 8, 16 et un plus grand nombre. Ce qu'il faut remarquer d'abord, c'est qu'il est unanimement reconnu aujourd'hui que ces globes sont toujours dépourvus de membrane, ce qui ne les empêche pas d'être de véritables cellules. Il y a quelques années, on discutait beaucoup la question de savoir si ces globes sont ou non des cellules. A cette époque, on admettait généralement que la membrane cellulaire est une partie essentielle de la cellule et qu'il n'existe pas de cellules sans membranes. Il en est résulté que les embryogénistes se sont rangés en deux camps : les uns [1] ont soutenu que les globes vitellins ne sont pas des cellules; d'autres [2], voyant la nécessité pour les besoins de la théorie cellulaire de les considérer comme de vraies cellules, ont prétendu que les sphères de segmentation sont pourvues d'une membrane véritable. Aujourd'hui, le doute n'est plus possible : il existe bien certainement des cellules sans membrane, et il est parfaitement établi que pour en être dépourvus, les globes vitellins n'en sont pas moins de vraies cellules. Les sphères de segmentation sont toujours pourvues d'un véritable noyau. La forme des globes vitellins est toujours régulièrement arrondie, d'abord ovale, plus tard sphéroïdale, et à la fin du fractionnement les globes vitellins forment un amas de petites sphères, affectant par leur réunion la forme extérieure d'une framboise. Parmi ces petits globes, qui présentent tous les mêmes caractères, les uns occupent la surface de la framboise, les autres remplissent sa partie centrale. Cette disposition des globes vitellins chez les mammifères est donc bien différente de celle qui est réalisée chez la plupart des animaux inférieurs, où tous les globes ont, à la fin du fractionnement, la forme d'une pyramide qui aurait son sommet au centre de l'œuf et sa base à la périphérie. Dans ce cas, tous les globes vitellins se trouvent à la surface de l'œuf, et quand, à la fin du fractionnement, les deux éléments constitutifs du vitellus se séparent, *tous fournissent une cellule au blastoderme, en même temps que tous concourent à former l'amas de matières nutritives qui s'accumulent au centre de l'œuf.*

[1] Bisschoff, *Entwickelungsgeschichte des Kaninchen-Eies.* Braunschweig, 1842, p. 78. — Kölliker, *Beiträge zur Entwick. wirbell. Thiere.* Muller's Archiv., 1843.

[2] Reichert, *Muller's Archiv.*, 1841.

Les choses se passent bien autrement chez les mammifères : quand le fractionnement est terminé, une partie de la couche externe des globes vitellins se soulève ; il en résulte la formation d'une cavité, où s'accumule le liquide transparent qui baignait d'abord la surface externe de cet amas de globes vitellins. Cette cavité augmente de plus en plus ; le liquide extérieur s'y accumule en quantités de plus en plus considérables, et on reconnait très-distinctement alors le blastoderme, qui est la première lame cellulaire de l'embryon. Elle se constitue des derniers globes vitellins qui se sont considérablement éclaircis ; la plupart des éléments réfringents du vitellus primitif ont disparu ; chaque globe renferme un noyau à nucléole, et il est impossible de ne pas reconnaître, dans ces derniers globes, de véritables cellules. Cette lame est formée, dans la plus grande partie de son étendue, d'une seule rangée de cellules ; mais en un point elle est fortement épaissie à sa face interne ; une masse cellulaire formée de l'ensemble des globes vitellins qui occupaient, à la fin du fractionnement, le centre de l'œuf, est accolée en un point de la face interne de la lame blastodermique. Ces cellules, faisant l'effet d'autant de coins, viennent s'interposer peu à peu entre les cellules du blastoderme ; par là le diamètre de la cavité circonscrite par le blastoderme augmente, et l'espace qui existait primitivement entre le blastoderme et la membrane vitelline, finit par disparaître complétement. Le liquide qui l'occupait passe tout entier à l'intérieur du blastoderme.

A ce moment, *tous les globes vitellins, véritables cellules, ont pris place dans la lame blastodermique.*

OISEAUX.

L'ovaire de l'oiseau adulte présente, à première vue, des différences énormes avec celui des mammifères ; toujours unique, il a l'aspect d'une grappe à grains inégaux, et il est logé contre la face postérieure de l'abdomen, dans un repli du péritoine. On comprend fort bien que les anciens anatomistes, qui ne

se basaient guère, pour l'établissement des analogies, que sur la forme des organes, n'aient pas songé a assimiler l'ovaire des mammifères à celui des oiseaux adultes. Dans le jeune âge, au contraire, l'ovaire présente l'aspect d'un organe charnu, allongé et aplati, et il occupe dès le début la position que présente plus tard l'ovaire de l'adulte. Il est formé d'un stroma fondamental, tissu conjonctif condensé pourvu de vaisseaux et de nerfs, dans lequel se trouvent éparpillés les follicules ovariens, spécialement dans la région superficielle de cet organe; mais à mesure que les œufs de ces follicules grandissent, ceux-ci font de plus en plus saillie à la surface de l'ovaire; ils restent toujours entourés d'une couche de stroma et l'ovaire tout entier est recouvert par le péritoine. La surface de l'ovaire, d'abord unie, devient bientôt bosselée; les œufs continuant à se développer, il arrive un moment où un grand nombre de follicules présentent la forme d'une sphère volumineuse située en dehors de l'ovaire, auquel elle n'est rattachée que par un pédicule. Ces follicules ovigères prennent alors le nom de calices et ils se constituent, en allant de dehors en dedans : 1° de la couche péritonéale qui recouvre tout l'ovaire; 2° d'une lame mince de tissu conjonctif (stroma), où se ramifient les vaisseaux formant autour de la capsule ovigère un réseau vasculaire très-serré; 3° d'une membrane anhiste tapissée d'une couche de cellules épithéléales, correspondant à la membrane anhiste et à la membrane granuleuse du follicule de de Graaf; 4° enfin, de l'œuf dont j'examinerai plus loin la constitution.

Quand l'œuf a atteint son volume définitif, on voit les vaisseaux sanguins des parois du calice s'atrophier suivant une zone circulaire; il en résulte qu'il se forme tout autour du calice une bande blanchâtre qui a reçu le nom de *stigma*. C'est suivant cette ligne que le calice se déchire, et l'œuf, formé de ses parties essentielles qui sont le vitellus et la vésicule germinative, et entouré de la membrane vitelline, tombe dans l'entonnoir.

I. — CONSTITUTION DE L'OEUF.

Quand il est arrivé à maturité, et que le calice qui le renferme est sur le point de se rompre pour le laisser échapper, l'œuf présente une composition

assez complexe, si on le compare à celui des mammifères et des animaux inférieurs. A ce moment, on reconnaît à la surface du jaune une tache blanchâtre, qui tranche sur le fond jaune de la masse vitelline : c'est la cicatricule; c'est elle qui sera le siége des premiers phénomènes embryonnaires, et c'est la substance de la cicatricule qui formera les premiers rudiments de l'embryon.

Si l'on examine au microscope la cicatricule d'un œuf un peu moins avancé dans son développement, on y reconnaît tout d'abord la vésicule germinative découverte par Purkinje[1] dès 1825, et que l'on désigne souvent sous le nom de ce savant. Elle présente généralement dans l'œuf de la poule une forme sphéroïdale et un diamètre de 4 à 5 millimètres. Logée au centre de la cicatricule, la vésicule germinative fait légèrement saillie vers l'extérieur et aussi vers l'intérieur de l'œuf, et c'est à cause de cette particularité que Purkinje distingua dans la partie centrale de la cicatricule une partie plus épaisse qu'il désigna sous le nom de *cumulus*. Pander[2] l'avait reconnue quelque temps avant lui, et l'avait appelée le *noyau;* enfin, von Baër[3], adoptant les dénominations proposées par Purkinje, distingua dans la cicatricule, qu'il désignait sous le nom de *couche proligère*, un *cumulus* et un *disque*. Le disque est cet anneau mince de substance blanchâtre qui entoure l'épaississement central de la cicatricule.

Si on l'examine au microscope, on trouve que la cicatricule renferme une vésicule transparente et incolore, circonscrite par un contour très-net. C'est elle qui attire tout d'abord l'attention; on la distingue à l'œil nu, apparaissant dans la cicatricule comme une petite ouverture. La vésicule germinative renferme un liquide albuminoïde diaphane, et le plus souvent, il n'est pas possible d'y rien reconnaitre, quand l'œuf a atteint sa maturité, que l'on puisse comparer à la tache de Wagner de l'œuf des mammifères. Mais, dans d'autres cas, on y trouve des vésicules plus petites, comme c'est le cas pour l'œuf du *Râle d'eau;* ou bien une grande vésicule transparente tenant elle-même en

[1] Purkinje, *Symbolæ ad ovi avium historiam ante incubationem*. Leipzig, 1825.

[2] Pander, *Historia metamorphoseos quam ovum incubatum prioribus quinque diebus subit*. Isis, p. 1529; 1817.

[3] Von Baër, *Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere*. Königsberg, 1828.

suspension quelques granulations formées d'une substance très-réfringente; c'est ce que l'on observe dans l'œuf du *Roitelet*. Cette vésicule ou ces vésicules représentent évidemment la tache de Wagner.

Autour de la vésicule germinative, on trouve la substance propre de la cicatricule; c'est un liquide visqueux, incolore et transparent, quoique finement granuleux, tenant en suspension des globules vitellins et de petites gouttelettes assez réfringentes; en un mot, ce liquide présente les plus grandes analogies avec le vitellus de l'œuf des mammifères; et ce rapprochement n'a échappé à aucun des naturalistes qui ont fait de la cicatricule une étude microscopique. J'attache une grande importance à la constatation de ce rapport; il me paraît avoir une haute portée dans la solution de la question qui traite de la signification des divers éléments constitutifs de l'œuf.

La partie centrale du jaune est formée d'un noyau pâle, presque transparent, que Purkinje désignait sous le nom de *latebra*. Il est relié à la cicatricule par une sorte de canal creusé dans la substance du jaune et rempli du même liquide blanchâtre. Si on suit le canal en partant du noyau, on le voit se rétrécir d'abord, pour s'élargir ensuite, à mesure qu'il s'approche de la cicatricule en formant une espèce d'entonnoir. Ce canal a reçu le nom de canal vitellin. Dans un jaune d'œuf durci par la cuisson et coupé suivant un plan diamétral passant par la cicatricule, on reconnaît très-bien ces diverses parties; la substance qui remplit le *latebra* et le canal vitellin acquièrent une couleur blanche qui contraste avec le jaune du reste du vitellus.

Si l'on examine au microscope la substance qui remplit le *latebra* et le canal vitellin, on voit qu'elle se constitue presque exclusivement de vésicules transparentes, les unes arrondies, les autres polygonales; elles sont circonscrites par une membrane très-nette et renferment un liquide parfaitement transparent, tenant en suspension un ou plusieurs corpuscules réfringents, de dimensions très-diverses, et que l'on serait tenté de considérer comme de la graisse, si elles n'étaient insolubles dans l'éther. Il est nécessaire d'éviter l'emploi de l'eau pour l'étude de ces éléments; elle y pénètre par endosmose et fait bientôt crever les parois de ces vésicules délicates. Ces vésicules ont été considérées comme de vraies cellules; mais il est incontestable qu'elles

n'ont de commun, avec les éléments constitutifs des tissus, que l'apparence extérieure. M. Gegenbauer [1] a démontré, en étudiant leur mode de développement, qu'ils ne sont que des granules vitellins modifiés.

Autour du noyau pâle rempli de cette substance transparente, se trouve le jaune proprement dit, formé de strates concentriques, les unes plus pâles, les autres plus foncées, dont le nombre et l'épaisseur varient avec le volume de l'œuf. Examinée au microscope, la substance du jaune se montre constituée de vésicules dont les parois sont d'une extrême délicatesse; généralement leur forme est irrégulièrement polygonale, et leur diamètre varie de 0,02 à 0,06^{mm}. Leur contenu est uniformément granuleux et présente une coloration jaune plus ou moins foncée. Les caractères de ces vésicules les distinguent donc beaucoup de celles qui remplissent le *latebra* et le canal vitellin. Il est impossible de distinguer un noyau, dans le liquide uniformément chargé de petites granulations qui remplit leur cavité, et, à première vue, on reconnait que ces vésicules ne renferment pas les éléments constitutifs des cellules véritables; leur développement montre clairement qu'elles ne sont pas même des cellules déformées, en voie de désorganisation.

L'œuf est circonscrit par une membrane qui a reçu, de ceux qui ont les premiers étudié la constitution de l'œuf, le nom de *membrane vitelline*. Ce nom a été ensuite indifféremment appliqué par beaucoup d'anatomistes à la membrane d'un œuf quelconque, quels que soit, du reste, sa structure et son mode de formation; on ne s'occupait guère de la question de savoir si, dans tous les œufs, la membrane enveloppante présente la même signification. Mais il est absolument nécessaire de donner à ce mot une *signification déterminée;* la membrane vitelline est à l'œuf ce que la membrane cellulaire est à la cellule; et pour que l'on puisse donner ce nom à une enveloppe de l'œuf, il faut qu'il soit démontré que cette membrane se forme à la manière des membranes cellulaires. Comme je le montrerai plus loin, en étudiant son mode de formation, la membrane qui entoure immédiatement le vitellus de l'œuf des oiseaux mérite parfaitement ce nom. Elle présente une épaisseur très-variable, directement en rapport avec le volume de l'œuf.

[1] Gegenbauer, *Ueber den Bau und die Entwickelung der Wirbelthier-Eier mit partielle Dottertheilung.* Muller 's Archiv., 1861.



Il reste à examiner quelles sont les parties accessoires de l'œuf, et comment elles se forment.

L'œuf, constitué de ces différentes parties, tombe dans l'oviducte, après la rupture des parois du calice où il a pris naissance. C'est dans l'oviducte qu'il s'entoure des diverses parties accessoires qui environnent le vitellus au moment de la ponte.

Il y a lieu de distinguer dans l'oviducte cinq régions distinctes : 1° *l'entonnoir*, retenu aux parois abdominales par des ligaments particuliers, et organisé de façon à pouvoir saisir en quelque sorte l'œuf élaboré dans un calice et sur le point de devenir libre; 2° *la trompe*, ou *transmetteur*, est un canal court et étroit, que l'œuf traverse rapidement pour pénétrer dans la région suivante; 3° cette région est *la chambre albuminipare*, où il s'entoure du blanc ou albumine. On sait depuis longtemps que la première couche qui se dépose se caractérise par une densité toute spéciale et qu'elle présente aux deux pôles de l'œuf un prolongement enroulé désigné sous le nom de *Chalazes;* 4° dans une portion suivante de l'oviducte se forment les membranes coquillières; 5° enfin, dans une dernière région, où l'œuf séjourne plus longtemps que dans toutes les autres, il s'entoure de la coque calcaire. Cette partie du tube a reçu le nom de *chambre coquillière*.

Dans toute sa longueur, les parois de l'oviducte se constituent essentiellement de quatre tuniques qui sont, en allant de l'extérieur vers l'intérieur : 1° une tunique péritonéale qui a reçu un nom particulier; on la désigne sous le nom de *mesometrium;* 2° une tunique musculaire, qui renferme à la fois des fibres longitudinales, des fibres circulaires et des fibres obliques. L'épaisseur de cette couche varie d'un point à l'autre du canal; elle est maximum à la partie inférieure de l'oviducte, où elle doit déterminer l'évacuation de l'œuf; 3° une tunique cellulo-vasculaire, formée d'un tissu conjonctif où se ramifient les vaisseaux et les nerfs; 4° une tunique muqueuse, qui présente, dans les diverses parties de l'oviducte, des particularités propres, d'où il résulte que les différentes parties de l'oviducte sont distinctes, au point de vue anatomique tout aussi bien qu'au point de vue physiologique. *L'épithélium de l'entonnoir* est formé de cellules vibratiles, qui donnent à cette portion du canal, alors même que l'on fait abstraction de sa forme, un caractère tout

particulier. *La trompe, ou transmetteur,* se distingue plutôt par des caractères négatifs; la muqueuse ne présente rien de particulier; elle n'est pas pourvue de glandes spéciales et elle ne présente que des plis peu prononcés. Il n'en est pas de même de la chambre albuminipare. Si même on fait abstraction de la largeur du tube dans cette région et de la grande épaisseur de ses parois, on trouve encore qu'elle présente, par sa muqueuse, des caractères tout à fait particuliers qui la font reconnaître facilement. La muqueuse est garnie de plis longitudinaux et obliques qui atteignent un grand développement; elle est abondamment pourvue de glandes albuminipares qui sont réunies en grappes ou en paquets et sont entourées d'un réseau capillaire extrêmement serré. Dans l'isthme, qui est cette partie rétrécie de l'oviducte séparant la chambre coquillière de la chambre albuminipare, l'albumine s'entoure des membranes coquillières; la muqueuse présente des plis beaucoup moins développés que dans la partie précédente. Enfin, dans la chambre coquillière, la muqueuse est pourvue de nombreuses villosités qui s'aperçoivent facilement à la loupe. C'est dans l'épaisseur de la substance qui les constitue, que l'on trouve les glandes acineuses composées qui sécrètent un liquide fortement chargé de carbonate de chaux. Celui-ci se précipite à la surface de l'œuf et y forme la coque calcaire.

Aussitôt que l'œuf est parvenu dans la chambre albuminipare, il s'entoure d'une couche d'albumine très-dense, et cette substance se dépose non-seulement autour du vitellus, mais elle est sécrétée aussi en deçà et au delà du point occupé par l'œuf. Il en résulte qu'aux deux pôles de l'œuf, la première couche d'albumine se continue en un prolongement que l'on a désigné sous le nom de *Chalazes;* la couche elle-même a été appelée *membrane chalazifère.* Il est à remarquer que la substance albuminoïde qui constitue la membrane en question est beaucoup plus consistante, au moment où elle se dépose, que plus tard, dans l'œuf pondu. Les Chalazes sont généralement contournées en spirale, et paraissent n'avoir d'autre fonction que de conserver au jaune, dans la masse d'albumine, qui va se déposer autour de lui, une position fixe et constante. Les ovologistes se sont beaucoup préoccupés de la question de savoir quel rôle jouent ces organes, et comment ils se forment. Il paraît acquis aujourd'hui que c'est par une sorte de rotation que subit l'œuf

autour de son grand axe à l'intérieur de la chambre albuminipare, que les Chalazes acquièrent cet aspect si singulier. Elles existent déjà avec tous les caractères qu'elles présentent dans l'œuf complétement développé, au moment où de nouvelles couches d'albumine viennent se déposer autour de la membrane chalazifère. Cette sécrétion d'albumine se fait avec une grande rapidité, de telle sorte que l'œuf ne séjourne jamais longtemps dans la chambre albuminipare. Quand l'œuf est arrivé dans l'isthme de l'oviducte, le blanc s'entoure d'une membrane, que l'on a désignée sous le nom de *membrane coquillière*. On a cru pendant longtemps qu'elle était un produit de sécrétion particulier, formé dans une partie déterminée du canal excréteur de l'ovaire[1]; on pense généralement aujourd'hui que cette membrane se forme aux dépens de la couche externe de l'albumen. Elle a un aspect à la fois finement granuleux et fibrillaire. Après la ponte, cette membrane se dédouble à l'un des pôles de l'œuf; l'air de l'extérieur y pénètre à travers les pores de la coque, pour s'accumuler entre les deux feuillets de la membrane coquillière, et y former une sorte de chambre pneumatique. C'est aux dépens de cet air que l'embryon doit respirer.

Enfin, dans la chambre coquillière, l'œuf s'entoure d'une coque. Les glandes acineuses composées, que l'on trouve dans les villosités de la muqueuse, donnent naissance à des cellules fortement chargées de carbonate de chaux. Ce qui est remarquable, c'est que le calcaire, en se déposant, acquiert une forme cristalline plus ou moins régulière. La coque est toujours très-poreuse, alors même que, comme chez l'autruche, elle acquiert une épaisseur considérable et une dureté que l'on pourrait comparer à celle de l'ivoire. C'est là une condition essentielle pour le développement de l'embryon : l'œuf renferme à son intérieur tous les éléments nutritifs nécessaires au développement de l'embryon; mais il faut que celui-ci puisse puiser dans l'air les matériaux dont il a besoin pour respirer : la chaleur, source de toutes les forces de l'organisme, est nécessaire à la vie de l'embryon tout aussi bien qu'à celle de l'adulte, et la chaleur résulte d'une combustion lente par l'oxygène de l'air, des matériaux nutritifs de l'œuf.

[1] Coste, *Développement des corps organisés*, t. 1, p. 296.

Quelquefois d'un blanc de neige, la coque peut présenter les teintes les plus diverses; quelquefois uniformément réparties à la surface de la coque, elles sont plus souvent inégalement distribuées de façon à donner à l'œuf un aspect marbré. Cette coloration serait due, d'après Dickie [1], à la présence d'un pigment particulier déposé dans des cellules épithéléales superficielles de l'œuf.

L'œuf de l'oiseau se constitue donc de parties essentielles et de parties accessoires :

I. Les *parties essentielles* sont : 1° *Une vésicule germinative*, quelquefois pourvue d'une ou de plusieurs vésicules, représentant la *tache de Wagner;*

2° *Un vitellus* qui comprend : *a.* la cicatricule, où il faut distinguer essentiellement deux éléments : *un protoplasme fondamental*, et *des éléments nutritifs* réfringents tenus en suspension dans ce liquide qui sont tout à fait comparables à ceux que contient le vitellus des mammifères; *b.* le latebra et le canal vitellin; *c.* le jaune proprement dit déposé en couches concentriques;

3° *Une membrane vitelline* véritable.

II. Les *parties accessoires* sont : 1° une couche chalazifère, de nature albuminoïde, dont deux prolongements, contournés en spirale, ont reçu le nom de Chalazes; 2° plusieurs couches d'albumine; 3° une membrane coquillière; simple sur la plus grande partie de la surface de l'œuf, cette membrane se dédouble à l'un des pôles pour former une chambre pneumatique; 4° une coque calcaire plus ou moins épaisse, quelquefois recouverte, plus souvent dépourvue d'une couche de matière colorante.

II. — FORMATION DE L'OEUF.

Purkinje et von Baër ont émis cette opinion, qui eut cours dans la science pendant bien des années, que la première partie formée de l'œuf est la vésicule germinative et que le vitellus ne se dépose que plus tard autour de ce premier élément, pour former avec lui le premier rudiment de l'œuf.

[1] Dickie, *On the structure of the schell of the Egg in Birds, and the nature and seat of the colour.* ANN. OF NAT. HIST., 2[me] série, 1848, t. II, p. 169.



Schwann[1] fut le premier qui reconnût la vraie signification de l'œuf; il comprit que l'œuf des mammifères est une vraie cellule, dont la vésicule germinative est le noyau, le corpuscule de Wagner, le nucléole. En était-il de même pour l'œuf de l'oiseau? Schwann reconnut entre l'œuf des oiseaux et celui des mammifères des différences considérables; dans le jeune œuf de la poule on trouve, autour de la vésicule germinative, des éléments vésiculaires que l'illustre histologiste considéra comme étant de vraies cellules transparentes; ils tiennent en suspension de petits corps arrondis très-réfringents, assez semblables à des gouttelettes de graisse; mais il laissa indécise la question de savoir si ces corpuscules sont les noyaux des cellules qui les renferment.

Schwann reconnut que, dans des œufs un peu plus avancés, ces cellules sont entourées d'une couche granuleuse décrite d'abord par Purkinje et qui, en réalité, se constitue de cellules à noyau, bien différentes de celles dont il avait observé l'existence à l'intérieur de l'œuf. C'est à la face interne de cette couche cellulaire que se développe, par strates successives, le *jaune* ou vrai *vitellus*. Il se constitue de petites sphères granuleuses, où il n'est pas possible de distinguer un noyau, et M. Schwann ne se prononce pas sur la question de savoir si ces petites masses arrondies sont ou non des cellules. Au moment où le jaune commence à se former, la vésicule germinative, entourée des éléments vitellins particuliers qui constituent la cicatricule, occupe déjà dans la capsule ovarienne une position excentrique : elle se trouve près de la surface, en un point où il ne se forme pas de jaune; il en résulte que chaque couche nouvelle de matière vitelline porte en ce point un trou, qui par la succession des couches se transforme en un canal. Les cellules transparentes, qui à elles seules occupaient primitivement toute la capacité de l'œuf, remplissent ce canal au fur et à mesure qu'il se forme. Plus tard, la couche cellulaire périphérique se dédouble d'après M. Schwann; il s'en forme deux, et tandis que l'externe se transforme en une membrane, après que les cellules qui la constituaient d'abord se sont fondues les unes dans les autres, l'interne disparaît complétement dans l'œuf mûr.

[1] Schwann, *Mikroscopische Untersuchungen*, etc. Berlin, 1839.

Dans son *Manuel de Physiologie*, R. Wagner[1], établit un parallèle complet entre l'œuf des mammifères et celui des oiseaux. L'œuf des oiseaux pris dans son ensemble est une cellule qu'il appelle *cellule vitelline*. Mais cette cellule vitelline en renferme un grand nombre d'autres; toutes les petites masses granuleuses qui constituent le jaune, et les vésicules transparentes du centre de l'œuf sont de vraies cellules, et, d'après lui, la vésicule germinative aurait la même signification : elle serait une cellule complète, dont la tache de Wagner serait le noyau.

R. Wagner, qui avait découvert dans l'œuf des mammifères et dans celui d'un grand nombre d'autres animaux le corpuscule qui porte son nom, attachait à ce petit corps une importance capitale. D'après le célèbre physiologiste, il serait le point de départ de l'œuf; il se formerait en premier lieu, la vésicule germinative ne se déposerait que secondairement autour de la tâche germinative, et le dépôt du vitellus autour de la vésicule germinative viendrait terminer la période de formation des parties essentielles de l'œuf.

En 1847 M. Coste[2] a exposé les résultats de ses recherches sur le mode de formation et la signification de l'œuf des oiseaux; mais il est extrêmement difficile de se faire une idée exacte des opinions de l'auteur, attendu que le mot cellule est pour lui synonyme de vésicule, et qu'il n'entend aucunement désigner sous la dénomination de cellule l'élément histologique constitutif des tissus.

M. Coste a reconnu l'extrême analogie qui existe primitivement entre l'œuf des mammifères et celui des oiseaux; l'un et l'autre se constituent d'un vitellus granuleux, tenant en suspension une vésicule germinative. Mais bientôt il se dépose autour de l'œuf de l'oiseau une couche granuleuse, que M. Coste désigne sous le nom de *couche celluleuse* et il compare les éléments de cette membrane aux cellules de la capsule de de Graaf. Cette couche celluleuse de M. Coste est probablement l'épithéléon du follicule. Bientôt il se forme à la face interne de la couche celluleuse une *couche granuleuse, par condensation des granules vitellins*. L'auteur a confondu la membrane propre du follicule

[1] R. Wagner, *Lehrbuch der Physiologie*, 1 Aufl., § 34.
[2] Coste, *Histoire générale et particulière des corps organisés*.

avec la membrane vitelline, de sorte que, d'après lui, les cellules épithéléales se trouvent à l'intérieur de l'œuf et elles concourent à former le vitellus. Néanmoins il a reconnu que ces vésicules vitellines, tantôt transparentes, tantôt granuleuses, que tant d'auteurs ont prises pour des cellules véritables, proviennent par modifications successives des granules vitellins primitifs et il croit que les vésicules transparentes, qui remplissent le noyau central du vitellus et le canal vitellin, sont un état de modification moins avancé des globules primitifs que les vésicules granuleuses qui constituent le jaune proprement dit.

Dans un travail assez étendu sur la formation de l'œuf des oiseaux, M. H. Meckel[1] émit une opinion toute nouvelle : la première partie formée de l'œuf est la vésicule germinative; autour d'elle se dépose une substance tout à fait comparable au vitellus de l'œuf des mammifères et bientôt elle s'entoure d'une membrane transparente, qui est bien l'analogue de la zone pellucide. Plus tard, la couche épithéléale du follicule donne naissance à une série de lames cellulaires, qui forment autant de strates concentriques autour de l'ovule primitif; ces cellules se modifient de différentes manières et se transforment en cellules vitellines dont les caractères varient suivant qu'elles sont situées au centre ou à la périphérie du jaune. Il résulte de là que l'œuf de l'oiseau naît dans une capsule comparable à la capsule de de Graaf des mammifères; mais, quand il s'agit de déterminer la partie qui dans l'œuf de l'oiseau correspond à l'œuf des mammifères, l'auteur se contredit singulièrement. Il commence par soutenir que la *vésicule de Purkinje* des oiseaux représente l'*œuf des mammifères*, et quelques lignes plus loin, il déclare que dans les tout jeunes follicules, il se dépose autour de la vésicule de Purkinje une substance comparable au vitellus des mammifères, et qui bientôt s'entoure d'une vraie membrane pellucide.

M. Leuckart, en traitant[2] la question du mode de formation de l'œuf de l'oiseau et de sa signification, reconnaît l'exactitude de certaines observations de Meckel : primitivement la vésicule de Purkinje est entourée d'un liquide

[1] Meckel, *Zeitschrift für wiss. Zool.*, Band III, p. 420.
[2] *Handwörterbuch des Phys.*, von R. Wagener. Art. Zeugung.

visqueux et granuleux; c'est le vitellus primitif qui remplit la partie centrale du jeune follicule et comme chez les mammifères celui-ci se constitue d'une membrane anhiste tapissée d'une couche de cellules épithéléales. Le vitellus primitif augmente, et la vésicule germinative grandit; mais le jeune œuf ne s'entoure pas, comme l'a cru Meckel, d'une membrane vitelline distincte. La partie externe du vitellus est limitée par un contour très-net; mais jamais il n'est possible de reconnaître autour de ce vitellus primitif de membrane vitelline. Les cellules épithéléales du follicule donnent naissance à une série de couches cellulaires de nouvelle formation, qui d'abord se développent sur un point déterminé du follicule et refoulent le vitellus primitif avec la vésicule germinative. Ces couches cellulaires successives se modifient pour donner naissance au jaune, et, à un moment donné, sous la lame épithéléale du follicule se développe une membrane anhiste, qui entoure l'œuf composé de ses diverses parties essentielles, la vésicule germinative, le vitellus primitif et le jaune. Cette membrane est véritablement la membrane vitelline.

Il résulte de cette manière de voir que l'œuf des oiseaux ne se confond pas avec le follicule de de Graaf: d'après M. Leuckart, « l'œuf est morphologiquement une cellule; la membrane vitelline est la membrane cellulaire; le vitellus représente le contenu de la cellule, et la vésicule de Purkinje avec le corpuscule de Wagner correspond au noyau pourvu de son nucléole. »

Alex. Ecker[1], dans ses *Icones physiologicae*, adopte plus complétement que M. Leuckart les idées de Meckel : la vésicule germinative avec le vitellus primitif (*Bildungsdotter de Reichert*) représente l'œuf des mammifères; le jaune (*Nahrungsdotter*) se forme aux dépens des cellules épithéléales du follicule qui se multiplient par division et donnent naissance à une série de couches cellulaires; celles-ci se modifient peu à peu pour former un amas de substances nutritives, en même temps qu'elles perdent peu à peu leurs caractères de cellules.

Dans son *Traité d'anatomie microscopique*, publié en 1854, Kölliker[2] considère, avec Wagner, l'œuf des oiseaux comme l'analogue de l'œuf des

[1] Alex. Ecker, *Icones physiologicae*.
[2] Alb. Kölliker, *Mikroscop. anat.*, Band II, Abth. II, § 433, 1854.



mammifères : la membrane vitelline entoure toute la masse du jaune; seulement, il existe dans le vitellus des oiseaux de vraies cellules, qui constituent même à elles seules toute la masse du jaune. Kölliker émit plus tard des opinions différentes. Allen Thompson, au contraire, compare de nouveau l'œuf de l'oiseau au follicule de de Graaf et, d'après lui, le jaune se constitue de cellules qui représentent la couche granuleuse; le vitellus primitif n'est pas entouré d'une membrane distincte, mais d'une zone protoplasmatique qui présente des caractères particuliers [1].

M. Hoyer émit, en 1857, une opinion toute différente; pour lui, l'œuf de l'oiseau est tout à fait l'analogue de l'œuf des autres animaux et des mammifères en particulier; il se forme de la même manière, et le vitellus ne renferme pas de cellules [2].

En 1861, M. Kölliker [3] augmenta encore le nombre des opinions déjà si nombreuses sur le mode de formation et la signification de l'œuf des oiseaux, en soutenant que le jeune œuf comprend : 1° une membrane vitelline tapissée par la couche épithéléale; 2° un vitellus de formation et un vitellus de nutrition; 3° une vésicule germinative. Il considère donc la couche épithéléale comme constituant une partie intégrante de l'œuf, qui devient ainsi, quoi qu'en dise M. Kölliker, non pas une cellule simple, mais un véritable agrégat de cellules.

Enfin, M. Gegenbauer, dans un travail extrêmement remarquable, publié en 1861, déclare que les plus jeunes œufs qu'il a pu découvrir se sont toujours montrés entourés d'une couche de cellules épithéléales, supportées par une membrane anhiste, et que, dès le début, le jeune œuf apparait comme une cellule dont le noyau doit devenir la vésicule germinative. Seulement, *cette cellule est dépourvue de membrane*. Tous les éléments du follicule grandissent, et il arrive un moment où l'on trouve au centre du follicule un œuf qui présente tous les caractères d'un œuf de mammifère, entouré d'une couche de cellules épithéléales, entièrement semblables aux cellules primitives de la capsule de de Graaf des mammifères. Le vitellus de

[1] Allen Thompson, *Todd's Cycloped. of Anat.*, vol. V. *Suppl.*, 1855.

[2] Hoyer, *Müller's Archiv.*, 1858, s. 52.

[3] Kölliker, *Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere*, 1861, p. 24.

l'œuf tient en suspension des granules vitellins et de petits globules qui, en grandissant, acquièrent une forme vésiculaire; ce sont ces éléments vésiculaires qui vont se transformer en vésicules pourvues d'un ou de plusieurs corpuscules réfringents qui remplissent le latebra et le canal vitellin; ou bien, après s'être modifiés peu à peu, ils donnent naissance aux vésicules granuleuses qui forment le jaune proprement dit. Dès le début, il existe autour de l'œuf une zone de protoplasme qui ne se charge pas d'éléments réfringents; c'est elle qui va prendre dans le cours du développement les caractères d'une vraie membrane vitelline. Une partie du protoplasme granuleux, celle qui entoure immédiatement la vésicule germinative, conserve ses caractères primitifs; les granules vitellins qu'il tient en suspension ne subissent pas ces métamorphoses, et c'est cette partie du vitellus primitif qui, avec la vésicule germinative, va former la cicatricule. L'œuf de l'oiseau est donc une cellule colossale, qui ne perd pas dans le cours de son développement ses caractères primordiaux et qui ne renferme en elle aucune autre cellule.

Je résume en deux mots ces opinions si nombreuses et si contradictoires :

1° *Première apparition de l'œuf.*

Purkinje et von Baër ont cru observer que la première partie formée de l'œuf est la vésicule germinative, et que plus tard seulement se forme le vitellus. Meckel et Ecker ont adopté cette manière de voir, tandis que R. Wagner, après avoir découvert le corpuscule qui porte son nom, considéra celui-ci comme la première partie formée de l'œuf : autour de lui se formerait la vésicule germinative, qui, plus tard encore, s'entourerait du vitellus. Cette opinion cadrait parfaitement avec la théorie de la formation des cellules, telle que M. Schwann venait de l'exposer. Coste défendit l'opinion que l'œuf est d'abord un petit corpuscule solide, dont la couche externe se soulève en une membrane distincte, tandis que la partie centrale va former le noyau; entre le noyau et la membrane se dépose le vitellus. De la même manière le noyau donne naissance à la vésicule germinative et au corpuscule de Wagner. D'après MM. Leuckart, Kölliker et Gegenbauer, l'œuf se constitue dès le début de ses trois éléments essentiels : le vitellus, la vésicule germinative et la tache de Wagner.

2° *Formation du vitellus.*

M. Schwann défendit l'idée que les vésicules transparentes qui remplissent le latebra et le canal vitellin sont de vraies cellules; mais il ne s'est pas prononcé sur la question de savoir si les éléments vésiculaires qui constituent le jaune ont la même signification. R. Wagner, tout en considérant l'ensemble de l'œuf comme une cellule unique, admet que le vitellus est formé d'un grand nombre de cellules, et il accorde à la vésicule germinative la même valeur histologique qu'à l'œuf tout entier. Meckel, Ecker et Allen Thompson comparent l'œuf de l'oiseau à la capsule de de Graaf des mammifères; la couche proligère est l'œuf proprement dit, et le jaune se constitue des cellules de la couche granuleuse. Leuckart et Kölliker admettent l'existence dans le jaune de cellules véritables; mais ils n'assimilent pas l'œuf des ovipares à un follicule de mammifère; la membrane vitelline de l'œuf des oiseaux se forme en deçà de la couche épithéléale de la capsule.

Il résulte des recherches de Coste, de Hoyer et surtout des belles observations de M. Gegenbauer, que les éléments vésiculaires du vitellus ne sont pas de vraies cellules et qu'ils se forment aux dépens des granules vitellins dont la tuméfaction est accompagnée de modifications profondes de tous leurs caractères. Pour Hoyer comme pour Gegenbauer, l'œuf de l'oiseau est donc une vraie cellule et la membrane vitelline, une vraie membrane cellulaire.

Le problème du mode de formation de l'œuf ovarien en comprend en réalité plusieurs : j'examinerai successivement les quatre questions que voici : 1° Comment se forment les premiers rudiments de l'œuf? 2° Comment le vitellus primitif acquiert-il peu à peu les caractères qu'il présente dans l'œuf mûr? 3° Comment se forme la cicatricule? 4° Quand et comment se forme la membrane vitelline?

I. *Comment se forment les premiers rudiments de l'œuf?*

Je n'ai jamais rencontré dans le stroma de l'ovaire ni jeune œuf, ni aucune partie d'un jeune œuf qui ne fût entouré d'une couche de cellules épithéléales

supportées par une tunique propre sans structure. J'ai fait mes observations sur plusieurs oiseaux, mais plus spécialement sur *le roitelet,* la *poule,* le *héron* et le *râle d'eau.* Pour éviter l'altération des parties délicates par les liquides employés, j'ai suivi dans l'étude de l'ovaire de l'oiseau le procédé préconisé par M. Pflüger; j'ai employé des solutions titrées de chromate acide et neutre de potasse. Les jeunes follicules apparaissent alors avec une clarté remarquable; les belles cellules épithéléales se montrent d'une transparence parfaite, pourvues, comme chez les mammifères, d'un noyau généralement ovale et toujours brillant. Les plus jeunes follicules que j'ai pu rencontrer présentaient déjà, à leur centre, un jeune œuf formé de toutes ses parties essentielles : son noyau clair et arrondi présentait les caractères d'une jeune vésicule germinative; mais son contenu offre quelques variations dans la classe des oiseaux. Quelquefois on ne distingue à l'intérieur de la vésicule germinative, ni granulations, ni corpuscule, ni vésicule : dans le jeune œuf de la poule, par exemple, on n'observe aucune partie que l'on puisse comparer au corpuscule de Wagner. Mais je ne puis admettre avec M. Gegenbauer qu'il n'existe jamais dans la vésicule germinative des oiseaux de corpuscule de Wagner. Dans la vésicule germinative des jeunes œufs de roitelet (pl. II, fig. 26), j'ai toujours trouvé, soit une vésicule centrale unique, remplie de granulations ou de quelques petits corpuscules, soit plusieurs globules maintenus en suspension dans le liquide de la vésicule de Purkinje. Les jeunes œufs du râle d'eau présentent constamment le même caractère. Je crois donc que l'absence de tache germinative est plutôt une exception qu'une règle générale.

La vésicule germinative est-elle pourvue, dans les jeunes œufs, d'une membrane distincte et mérite-t-elle le nom de vésicule? Je ne le pense pas. Que l'on ouvre un jeune œuf de façon à isoler la vésicule germinative, et que l'on vienne ensuite à comprimer de plus en plus fortement cette vésicule, on ne voit jamais une déchirure brusque se produire, de façon à permettre au contenu de s'écouler; on voit, au contraire, le liquide visqueux et dense qui la constitue s'étendre peu à peu; la masse, d'abord arrondie, se déforme, s'aplatit complétement, et reprend petit à petit sa forme primitive si l'on vient à faire cesser la pression que l'on faisait peser sur elle. D'un autre côté, il

n'est pas possible de distinguer un double contour autour de cette vésicule; de sorte que je crois que primitivement la vésicule germinative est un petit corps arrondi, constitué d'un liquide visqueux très-dense, mais qu'elle n'est pas limitée par une membrane proprement dite. Cette membrane se forme plus tard.

Quant au vitellus primitif, il est formé d'un liquide visqueux, de nature protoplasmatique, transparent et incolore, et de granules réfringents, plus ou moins volumineux, dont le nombre varie d'après le degré de développement de l'œuf. Il est impossible de méconnaître l'extrême analogie qui existe entre les caractères du vitellus de ce jeune œuf et celui que présente l'œuf des mammifères, au moment où les follicules viennent de s'isoler par la division des tubes ovariens. J'ai toujours observé ces granules et ces globules vitellins, même dans les plus jeunes œufs.

Je partage complétement les doutes de M. Gegenbauer au sujet de l'existence d'une membrane autour des jeunes œufs; rien n'indique cette membrane, et tandis que les cellules épithéléales se montrent toujours limitées par un contour net et foncé, nous voyons la cellule-œuf manquer complétement d'un contour propre, la substance vitelline s'engager dans les sillons que laissent entre elles les cellules épithéléales voisines, et se mouler pour ainsi dire sur elles. L'absence de membrane cellulaire autour du jeune œuf n'a rien qui doive étonner, aujourd'hui qu'il est unanimement reconnu que la membrane cellulaire est une partie secondaire de la cellule, et qu'en général les jeunes cellules en sont complétement dépourvues. Est-il étonnant dès lors que le jeune œuf ne présente pas, au début, de membrane vitelline? Ce fait est du reste conforme à ce que j'ai observé chez les animaux inférieurs, où l'œuf est toujours primitivement une cellule protoplasmatique sans membrane, qui se forme aux dépens d'une masse protoplasmatique à noyaux. J'ai démontré qu'il en est de même chez les mammifères, et le jeune follicule ovarien de l'oiseau est constitué absolument comme celui des mammifères. Dans l'un et dans l'autre on trouve une membrane tapissée d'une couche de cellules épithéléales, et le centre du follicule est rempli par un jeune œuf qui, à son début, présente dans les deux classes des caractères identiques.

D'où viennent ces follicules et comment se forment ces œufs?

Aucune observation n'a été faite sur ce sujet et les recherches que j'ai faites pour résoudre cette question ne m'ont conduit à aucun résultat certain; je n'ai pu réussir à découvrir la structure tubuleuse de l'ovaire de l'oiseau. Mais, si l'on tient compte de ce fait, *que jamais on ne rencontre dans l'ovaire de jeune œuf isolé dans le stroma et que l'analogie la plus complète existe entre les plus jeunes follicules de l'oiseau et ceux des mammifères,* on pourra considérer, non comme démontré, mais comme extrêmement probable, que le mode de formation des follicules aussi bien que le mode d'oogenèse sont identiques dans ces deux classes. On démontrera peut-être un jour qu'à un certain moment de son développement l'ovaire de l'oiseau est formé de tubes qui, en se divisant, donnent naissance aux follicules; que les jeunes œufs se forment dans un point particulier de ces tubes aux dépens d'un protoplasme commun, tenant en suspension des noyaux, et qu'ainsi l'œuf se forme également chez les oiseaux d'après un procédé qui est le même pour le règne animal tout entier.

II. — *Comment le vitellus primitif acquiert-il peu à peu les caractères qu'il présente dans l'œuf mûr?*

Le follicule de de Graaf constitué comme je viens de le dire grandit peu à peu, en conservant tous ses caractères primitifs; la vésicule germinative s'accroît et la masse vitelline augmente en même temps qu'elle se charge de plus en plus de granules et de petits globules vitellins. Une observation qui a une grande importance, et que j'ai pu faire un grand nombre de fois, c'est que ces corpuscules réfringents font complétement défaut dans la couche externe du protoplasme, qui reste claire et transparente. La ligne de démarcation entre la zone périphérique dépourvue de granules et la masse granuleuse centrale est d'autant moins marquée que l'œuf est plus jeune. Dans les œufs qui ont atteint un certain volume, on observe un passage assez brusque entre cette zone externe et la masse vitelline immédiatement sous-jacente, qui est très-chargée de ces éléments vitellins, réfractant fortement la lumière. Au contact même de la vésicule germinative, la masse vitelline se trouve moins chargée de granules et de globules. Ce qui est important à noter aussi, c'est qu'à mesure que l'œuf grandit, les corpuscules vitellins acquièrent des dimen-

sions bien supérieures à celles qu'ils présentaient dans les plus jeunes follicules. J'ai figuré (pl. XI, fig. 27) une capsule ovarienne du roitelet, qui présentait un diamètre de 0,4mm. On y reconnaît les diverses particularités que je viens de signaler et on voit distinctement en dehors de la zone externe claire du protoplasme une couche encore unique de cellules épithéléales.

Quant au mode de formation des éléments vésiculaires que renferme le vitellus de l'œuf mûr, j'ai pu vérifier, en tous points, les belles observations que M. Gegenbauer a faites sur ce point et qu'il a consignées dans son travail. Les granules vitellins, qui, dès le début, se trouvent en suspension dans le protoplasme de l'œuf, se transforment en vésicules d'abord limpides et transparentes; leur volume augmente peu à peu, et leur degré de réfringence décroît en même temps. Cette conclusion résulte de l'observation de ces deux faits : 1° si l'on examine le vitellus de jeunes œufs de plus en plus volumineux, on voit les éléments vitellins se tuméfier, grandir successivement et devenir de vraies vésicules; 2° dans un même œuf, en voie de développement, on trouve toutes les transitions entre les éléments vésiculaires et les granules les plus petits (pl. XI, fig. 28). Les vésicules continuent à se développer et leur contenu se modifie lentement. Dans le contenu d'abord clair et limpide de ces vésicules, on voit apparaître un ou plusieurs petits points foncés, qui grandissent eux-mêmes pour devenir de petits corpuscules très-réfringents; ceux-ci restent en suspension dans un liquide homogène et transparent. Ces transformations se produisent dans une région déterminée du vitellus; elles ne s'opèrent pas au contact de la vésicule germinative, où le vitellus conserve ses caractères primitifs.

Dans la région externe du vitellus, en dedans de la zone transparente, les granules primitifs se transforment aussi en vésicules; mais celles-ci subissent une autre métamorphose; quand elles ont atteint un certain volume, elles se troublent; leur contenu devient granuleux, en même temps qu'il acquiert une coloration jaunâtre, qui s'accentue de plus en plus.

Il se forme ainsi, par une série de modifications successives, subies par les éléments vitellins primitifs, des éléments vésiculaires qui, en se pressant les uns contre les autres, se communiquent mutuellement une forme irrégulièrement polygonale. Le mode de formation de ces éléments vésiculaires

démontre clairement que les vésicules transparentes à noyau réfringent, et celles qui constituent presque exclusivement le jaune, n'ont rien de commun avec des cellules dans le sens histologique du mot.

III. — *Comme cette transformation des granules primitifs du vitellus ne se fait pas simultanément dans toute sa masse,* mais d'abord à l'un des pôles de l'œuf seulement, il en résulte que cette partie du vitellus, qui conserve ses caractères primitifs (celle qui entoure immédiatement la vésicule germinative), se trouve bientôt refoulée en dehors de cette autre partie, dont les éléments, en se modifiant progressivement, vont former le jaune ou vitellus nutritif proprement dit. Ce fait nous donne l'explication du mode de formation de la cicatricule; elle n'est qu'une partie non modifiée du vitellus primitif, qui, avec la vésicule germinative, est bientôt refoulée en un point de la surface de l'œuf; cette partie est essentiellement formée de protoplasme et d'éléments nutritifs, de globules vitellins, en suspension dans ce liquide.

En résumé donc, les éléments vésiculaires du vitellus d'un œuf mûr ne sont que des granules vitellins modifiés; la cellule-œuf, puisant dans le sang qui la baigne les éléments dont elle a besoin, élabore un produit particulier, qui est de la substance nutritive, absolument comme toute autre cellule glandulaire puise dans le liquide nourricier les matériaux nécessaires à l'élaboration des produits qu'elle sécrète. Les éléments vitellins sont plus ou moins complétement élaborés, d'après le rôle qu'ils auront à jouer dans le cours du développement : quand ils sont destinés à nourrir les toutes premières cellules embryonnaires, ils conservent leur forme de granules et de petits globules, qui restent suspendus dans le protoplasme; quand, au contraire, ils sont destinés à nourrir l'embryon, ils sont élaborés plus complétement; ils prennent une forme vésiculaire et occupent dans l'œuf une place distincte, en dehors du protoplasme; ils constituent par leur ensemble ce que Reichert a désigné sous le nom de *vitellus de nutrition.*

Je ferai remarquer dès à présent que le nom de *vitellus de formation,* donné à la substance qui constitue la cicatricule, par opposition avec la substance du jaune, me paraît très-mal choisi, pour ce motif surtout que,

dans la substance de la couche proligère, il faut distinguer deux éléments différents : un protoplasme fondamental et des éléments nutritifs, qui seront employés à la nutrition des cellules du blastoderme; c'est la combustion de ces éléments qui produira la force vive capable de donner aux premières cellules embryonnaires une forme déterminée et de produire leur scission. Le mode de formation du jaune démontre à l'évidence que les éléments nutritifs en suspension dans la cicatricule ont la même signification que les éléments vésiculaires que M. Reichert appelle seuls *vitellus de nutrition*. Je ne puis accepter ce nom de vitellus de nutrition appliqué au jaune, par opposition à la substance complexe de la couche proligère, parce qu'*elle aussi renferme du vitellus de nutrition*.

IV. — *Comment se forme la membrane vitelline?*

J'ai déjà fait observer (pl. XI, fig. 27) que, dès le début, le jeune œuf présente à sa périphérie une couche protoplasmatique dépourvue d'éléments nutritifs. Cette couche n'est pas une membrane; le jeune œuf en est complétement dépourvu, et il est impossible de découvrir la limite interne de cette zone périphérique de l'œuf.

M. Gegenbauer a démontré que cette zone se délimite de plus en plus nettement; que sa densité augmente rapidement et que bientôt elle se montre avec les caractères d'une vraie membrane vitelline. Dans des œufs de poule qui ont atteint un diamètre de 4 à 6 millimètres, elle a acquis une grande résistance. Cette membrane du jaune est donc *une vraie membrane vitelline*.

III. — PREMIERS PHÉNOMÈNES EMBRYONNAIRES.

Avant la fécondation, la vésicule germinative semble disparaître; von Baër et Purkinje l'avaient déjà reconnu, et ils en avaient conclu que ce phénomène est tout à fait indépendant de l'action des spermatozoïdes : von Baër, qui l'avait observé plusieurs fois, citait à l'appui de son opinion ce fait, que la vésicule germinative disparaît dans les œufs pondus par les poules, qui vivent isolées du mâle, tout aussi bien que dans ceux qui ont été fécondés. La disparition de la vésicule germinative, qu'elle soit apparente ou réelle,

est donc indépendante de la fécondation et l'on ne peut considérer ce phénomène comme un premier phénomène embryonnaire.

Pendant bien longtemps on a cru que les oiseaux ne présentaient pas le phénomène du fractionnement du vitellus, d'abord observé dans les œufs de la grenouille par Prévost et Dumas [1], et plus tard chez les poissons par Rusconi [2] et von Baër [3]; Dumortier, von Siebold, Van Beneden et Windischmann reconnurent les premiers ce phénomène chez des animaux sans vertèbres [4]. Les oiseaux ne présentent pas en effet le phénomène du fractionnement total; mais les recherches de Bergman et de Coste ont montré qu'il se produit chez les oiseaux, aux dépens de la cicatricule, une segmentation en tous points comparable à celle que l'on avait observée chez les poissons et chez beaucoup d'autres animaux [5].

Dès 1844 M. Kölliker [6] avait décrit le phénomène du fractionnement chez les céphalopodes; il avait reconnu que ce phénomène s'accomplit, non sur toute la surface du vitellus, mais seulement en un point déterminé de cette surface. Ce fractionnement se produisant non pas aux dépens de la masse entière du vitellus, mais aux dépens d'une petite portion seulement de la sphère vitelline, a été désignée par lui sous le nom de « *Partielle Furchung.* » MM. Bergman et Coste ont reconnu que chez l'oiseau le phénomène s'accomplit à peu près comme chez les Céphalopodes. La cicatricule se constitue, comme je l'ai dit, d'une masse protoplasmatique fondamentale, *tenant en suspension des éléments nutritifs* destinés à nourrir les premières cellules du blastoderme. J'ai défini plus haut ce qui caractérise, à mon avis, le fractionnement du vitellus; ce phénomène se produit réellement ici, puisque des éléments nutritifs en suspension dans le protoplasme prennent part à la divi-

[1] *Annales des sciences naturelles*, 1re série, t. II, p. 410, pl. VI, 1824.

[2] *Férussac Bull.*, t. XII, 1827.

[3] Von Baër, *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1837.

[4] Dumortier, *Développement des Limnées;* von Siebold, dans Burdach's Physiologie, *Développement des Entozoaires*. Trad. franç., t. III, p. 62. — Van Beneden et Windischmann, *Embryogénie des Limaces*. Bruxelles, 1838.

[5] Coste, *Recherches sur la segmentation de la cicatricule chez les oiseaux, les reptiles écailleux et les poissons cartilagineux*. Comptes rendus de l'Acad. des sciences, 1848, t. XXX, p. 638. — *Histoire gén. et part. du développement des corps organisés*, pl. II.

[6] Kölliker, *Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden*, 1844.

sion de la cellule-œuf; le nom de *fractionnement* partiel est parfaitement choisi pour indiquer qu'une partie seulement du vitellus se divise.

Dès que l'œuf de la poule est arrivé dans cette partie de l'oviducte, où l'albumine commence à s'entourer des membranes coquillières, un sillon se forme à la surface de la cicatricule, divisant en deux portions égales la matière qui la constitue.

Bientôt après, un second sillon, dirigé perpendiculairement au premier, qu'il coupe au centre de la cicatricule, apparaît à sa surface; il s'en forme ensuite deux autres, coupant en deux angles égaux chacun des quatre segments existant en ce moment, et il en résulte huit segments triangulaires, convergeant au centre de la cicatricule, et disposés en rayonnant autour de ce point central. Bientôt il s'opère une division d'une autre nature dans chacun des huit segments triangulaires. Les sommets des huit triangles rayonnants se détachent et forment au centre de la cicatricule huit petits globes, tandis que, à la périphérie, la cicatricule se constitue encore des huit segments qui ont conservé une forme de triangle à sommet tronqué. Ces modifications se produisent généralement dans l'œuf de la poule au moment où, passant dans la chambre coquillière, il commence à s'envelopper d'une coque calcaire.

La segmentation se continue de la même manière; les segments périphériques se divisent par des sillons rayonnants; constamment de nouveaux globes se détachent de leur sommet central, et les huit globes, d'abord isolés, se multiplient par division. Toute la cicatricule se divise enfin en petits globes plus ou moins arrondis, pourvus chacun d'un noyau; ils vont prendre de plus en plus distinctement les caractères de vraies cellules, et ils finiront par former le blastoderme.

Les belles observations de MM. Gegenbauer [1] et Leydig [2] ont montré que l'œuf des reptiles et des poissons plagiostomes se forme absolument comme

[1] Gegenbauer, *Ueber den Bau und die Entwickelung der Wirbelthiereier mit partielle Dottertheilung* (Muller's Archiv. für Anat. und Phys., 1861, p. 491).

[2] Fr. Leydig, *Beiträge zur mikroscopische Anatomie der Rochen und Haie.* Leipzig, 1852, p. 87.

celui de l'oiseau ; que ces œufs se constituent des mêmes parties, et il résulte des recherches de MM. Coste [1], Clark [2] et Lereboullet [3] que les premiers phénomènes embryonnaires s'accomplissent identiquement chez les uns et les autres.

Les seules différences que l'on puisse signaler entre l'œuf des oiseaux et celui des reptiles et des poissons plagiostomes, se rapportent aux parties accessoires de l'œuf, et spécialement à la nature ainsi qu'à la forme de la coque.

[1] Coste, *Recherches sur la segmentation de la cicatricule chez les oiseaux, les reptiles écailleux et les poissons cartilagineux.* Comptes rendus de l'Acad. des sciences, 1850, t. XXX, p. 638.

[2] Clarke, *Embryology of the turtle. Dans Agassiz contributions to the natural history of the United-States of North-America*, vol. II, part. 3.

[3] Lereboullet, *Recherches sur le développement du lézard.* Ann. des sc. nat., 1862, 4e série, t. XVII.

DEUXIÈME PARTIE.

ANALOGIES ET DIFFÉRENCES.

Dans la première partie de ce travail, j'ai étudié le mode de formation de l'œuf et sa constitution dans diverses classes du règne animal. Je dois maintenant m'occuper de rechercher les analogies et les différences que présentent l'oogenèse, la composition de l'œuf et les premiers phénomènes embryonnaires dans les différents groupes; de cette étude ressortira clairement la solution du problème de la signification de l'œuf et des divers éléments qui le constituent. Dans la seconde partie de ce travail, je rechercherai quelles sont ces analogies et ces différences, et quelles conclusions l'on doit en tirer au point de vue de la signification comparative des parties de l'œuf et de leur importance.

Cette seconde partie comprend tout naturellement trois chapitres :

I. Étude comparative de la formation de l'œuf.
II. Étude comparative de la constitution de l'œuf.
III. Étude comparative des premiers phénomènes embryonnaires.

CHAPITRE Ier.

ÉTUDE COMPARATIVE DE L'OOGENÈSE.

Il y a lieu de faire dans ce chapitre une division très-naturelle : j'étudierai comparativement, d'abord le mode de formation du germe, ensuite, les modifications que doit subir le germe pour devenir œuf.

§ Ier. — *Formation du germe.*

Quand nous avons étudié la structure du germigène chez les Trématodes, les Cestoïdes et les Turbellariés Rhabdocèles, nous avons reconnu entre ces

différentes classes de vers la plus complète analogie. Le fond du germigène est toujours occupé par une masse protoplasmatique, caractérisée par une transparence plus ou moins parfaite, jointe à un aspect granuleux; et toujours nous avons trouvé dans ce protoplasme des noyaux à nucléole, se multipliant par division. Quand les noyaux ont atteint un certain volume, on voit le protoplasme se délimiter à leur périphérie, former autour de chacun d'eux une couche distincte, et dès lors on y reconnaît des cellules dépourvues de membranes, que j'ai appelées *cellules germinatives*. Leur noyau, généralement un peu moins foncé que leur corps protoplasmatique, est la vésicule germinative; leur nucléole, petit corpuscule réfringent, renferme souvent une petite cavité qui apparaît comme une tache pâle : ce nucléole représente évidemment la tache de Wagner.

Chez les *Macrostomum*, les *Prorhynchus* et les *Dinophilus*, ces Turbellariés si intéressants, qui, par la constitution de leur appareil sexuel femelle, font la transition entre les Rhabdocèles, d'un côté, les Dendrocèles (ou Planariés) et les Némertiens, de l'autre, les premiers germes des œufs se forment de la même manière près de l'extrémité aveugle du tube sexuel; et dans les capsules ovariennes des Planariés et des Némertes, les germes se forment encore aux dépens d'un protoplasme commun à noyaux.

L'étude des Nématodes conduit aux mêmes résultats. Chez les *Ascaris*, les *Filaria*, les *Coronella* et bien d'autres encore, où les germes se forment à l'extrémité aveugle du tube ovarien, comme chez les *Trichocéphales*, les *Trichosomes* et les *Trichines*, un liquide protoplasmatique commun tenant en suspension les vésicules germinatives se divise peu à peu autour des noyaux primitifs par des sillons qui se développent progressivement. Le rachis, autour duquel les œufs sont insérés, résulte de ce mode de formation des germes et doit recevoir dans ce mode d'oogenèse son explication et sa signification.

Et si des vers nous passons aux crustacés, nous voyons encore partout le même fait se reproduire : que nous considérions les Rotateurs ou les Lernéens, que nous passions des Copépodes aux Édriophthalmes, et de ceux-ci aux Décapodes, nous trouvons toujours que les vésicules germinatives, d'abord éparpillées dans un protoplasme commun, ne s'entourent d'une couche dis-

tincte de ce liquide protoplasmatique que quand elles ont atteint un volume déterminé.

Si nous quittons les animaux inférieurs pour nous occuper de ceux qui se trouvent à la tête de la série animale, nous voyons encore les germes se former dans des tubes aux dépens d'une masse protoplasmatique commune. La disposition des œufs en chaînes, observée chez les mammifères, doit s'expliquer comme la formation du rachis des Nématodes. Chez les mammifères, comme chez les Nématodes, le protoplasme commun, qui tient en suspension des vésicules germinatives, se divise par la formation, à sa surface, de sillons qui vont, en progressant lentement, de la périphérie vers le centre du tube ovarien. La séparation des œufs se fait donc peu à peu, et de là résultent, chez les mammifères, des chaînes d'œufs, chez les Nématodes, des séries d'œufs insérés autour d'une masse centrale restée commune, qui a reçu le nom de rachis.

Les oiseaux, auxquels il faut rattacher les reptiles écailleux [1], les poissons cartilagineux [2] et les mollusques céphalopodes [3], semblent devoir être assimilés, pour le mode d'oogenèse, aux mammifères, qui sont les seuls vertébrés dont le mode de formation de l'œuf est aujourd'hui réellement connu dans tous ses détails.

On peut donc dire que chez tous les vers, chez les crustacés et chez les vertébrés étudiés jusqu'ici, les premiers rudiments de l'œuf se forment de la même manière. Il est probable qu'il en est de même des autres classes du règne animal, et que le procédé que suit la nature pour la production de l'élément reproducteur est unique et uniforme.

Les premiers rudiments de l'œuf (les germes) se forment aux dépens d'un protoplasme commun, tenant en suspension des noyaux cellulaires distincts, capables de se multiplier. On doit considérer cet ensemble comme formé de cellules distinctes par leur noyau, mais confondues par leur corps protoplasmatique. Quand ces noyaux ont atteint un volume déterminé, le protoplasme se délimite autour d'eux en une couche distincte, et, à partir de ce moment,

[1] Gegenbauer, *Müller's Archiv.*, 1861.

[2] Leydig, *Beiträge zur microskopischen Anatomie der Rochen und Haie*. Leipzig, 1852.

[3] Kölliker, *Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden*.

les germes se constituent des parties essentielles d'une cellule : ils possèdent un corps protoplasmatique, un noyau qui est la vésicule germinative du jeune œuf, enfin un corpuscule de Wagner.

Comment se fait cette division du protoplasme? Il est incontestable que, dans certains cas, ce phénomène s'accomplit par la formation de sillons qui apparaissent d'abord à la surface du protoplasme et s'approfondissent petit à petit. C'est le cas, chez les mammifères, par exemple; c'est encore ainsi que se délimitent les germes chez un grand nombre de Nématodes, et c'est de la même manière que les germes se séparent lentement de la masse protoplasmatique commune chez certains Trématodes, tels que les Polystomes. Quand la nature suit ce procédé pour l'individualisation des germes, l'on rencontre soit des chaînes d'œufs (mammifères), soit un rachis (Nématodes et Polystomes).

D'autres fois le protoplasme semble se déposer à la fois sur tout le pourtour de la vésicule germinative; une couche protoplasmatique de plus en plus épaisse semble acquérir, au contact de la vésicule, une densité plus grande que celle que présente le reste du protoplasme. Elle se sépare peu à peu de la masse commune; mais jamais, dans ce cas, on ne rencontre ni chaînes d'œufs, ni rachis. Le phénomène suit cette marche chez la plupart des Trématodes et des Cestoïdes, chez certains Turbellariés, tels que les Planaires et les Némertes, chez quelques Nématodes, les Trichosomes et les Trichocéphales; enfin, chez la plupart des crustacés.

Mais quelle est la signification de cette masse protoplasmatique commune à noyaux? Est-elle un blastème, dans le sens que M. Schwann accordait à ce mot et le mode d'oogenèse est-il un argument en faveur de la théorie de la formation extracellulaire des cellules? Je ne le crois pas : M. Schneider a démontré que chez les Nématodes le tube ovarien n'est qu'une cellule considérablement agrandie, dont les noyaux se multiplient rapidement, et j'ai observé qu'il en est de même des capsules ovariennes des Turbellariés (*Tetrastemma obscurum*)? Le protoplasme commun à noyaux n'est que le contenu de cette cellule, chargé des descendants nombreux du noyau de la cellule primitive. Il est difficile de dire, dans un grand nombre de cas, comment les noyaux se multiplient dans la masse protoplasmatique commune;

mais j'ai observé plusieurs fois, chez des Trématodes et chez des crustacés, des noyaux en voie de multiplication par division.

Différentes opinions émises sur l'oogenèse.

Une opinion qui a joui de beaucoup de faveur dans la science consistait à considérer la vésicule germinative comme étant la première partie formée de l'œuf. Purkinje [1] et von Baër [2] l'ont d'abord émise pour les mammifères et les oiseaux. Bischoff disait dans son magnifique Mémoire sur le développement du lapin : « Das Ei ist keine primäre Zelle, sondern höchst wahrscheinlich eine Umlagerungsbildung um das Keimbläschen als primäre Zelle [3]. » H. Meckel [4] a défendu la même idée, et Lereboullet [5], dans son travail sur l'embryologie comparée du brochet, de la perche et de l'écrevisse, soutient que la première partie formée de l'œuf des poissons est la vésicule germinative. Huxley, Stein, de Quatrefages et bien d'autres naturalistes ont soutenu la même opinion, et M. Leuckart [6] disait dans son article *Zeugung,* en résumant son opinion sur le mode de formation de l'œuf : « ...... so möchte sich dieses wohl in den Satz zusammenfassen lassen, dass *das thierische Ei durch Umbildung um das Keimbläschen entsehe. Von allen Eitheilen ist das Keimbläschen das früheste.* »

Nelson [7] a soutenu que, chez les Nématodes, il se forme dans la partie aveugle des tubes sexuels des granules; ceux-ci, en se tuméfiant, deviennent des cellules, de jeunes vésicules primitives, qui, plus tard, s'entourent du vitellus. Et tout récemment M. Milne-Edwards [8], partageant la même opinion, disait : « ..... En ce moment, je ne puis entrer dans aucun détail à ce sujet,

[1] Purkinje, *op. cit.*
[2] Von Baër, *op. cit.*
[3] Bischoff, *Entwickelungsgeschichte des Kaninchen-Eies,* p. 141.
[4] Meckel, *Zeitschrift für wiss. Zool.* Bd. III.
[5] Lereboullet, *Embryologie comparée du brochet, de la perche et de l'écrevisse.* Mém. des savants étrangers de l'Académie de Paris.
[6] Leuckart, art. *Zeugung,* p. 815 du *Handwörterbuch der Physiologie* de R. Wagner.
[7] Nelson, *The reproduction of the Ascaris Mystax.* Philos. trans., 1852. Part. II.
[8] Milne-Edwards, *Leçons de Physiologie,* t. VIII, p. 326.

mais je puis dire, d'une manière générale, que l'œuf est constitué d'abord par la vésicule germinative, autour de laquelle se développe ensuite le vitellus. »

Quoique des noms, qui jouissent d'une grande autorité, s'attachent à cette théorie, je crois que cette opinion ne peut plus être admise aujourd'hui, pas plus que celle de R. Wagner [1] qui faisait commencer l'œuf par ce corpuscule que l'on voit dans la vésicule germinative sous forme d'une tache opaque, et que l'on désigne sous le nom de *Corpuscule de Wagner*.

Je l'ai dit dans la première partie de mon travail, et il est nécessaire de le répéter ici : le procédé d'oogenèse que Meissner [2] avait cru observer chez les Nématodes, et que M. Pflüger [3] avait admis chez les mammifères, en même temps qu'il le regardait comme le procédé général suivi par la nature pour la formation de l'œuf, dans toutes les classes du règne animal, ne peut être considéré comme existant réellement. La théorie de Meissner, ressuscitée par M. Pflüger, repose tout entière sur une interprétation erronée. Toutes les observations faites dans ces dix dernières années sont contraires aux idées de Meissner, et je crois avoir suffisamment démontré que M. Pflüger a mal interprété les phénomènes d'oogenèse observés chez les mammifères.

Il est à peine nécessaire de dire que je ne puis partager l'avis de M. de la Valette Saint-George [4] qui a considéré l'œuf des Amphipodes comme étant primitivement une cellule épithéléale. Chez ces crustacés, comme chez tous les animaux que j'ai étudiés à ce point de vue, le germe se forme aux dépens d'un protoplasme commun à noyaux, qui, peu à peu, se divise autour de ces noyaux, pour former avec eux autant de cellules distinctes.

Il résulte de mes recherches que le mode d'oogenèse est identique chez tous les animaux que j'ai étudiés, et que les germes des œufs se développent chez tous d'après le procédé que MM. Claparède, Munk, Schneider et Leuckart ont reconnu chez les vers Nématodes et que MM. Leydig et Claus ont

[1] R. Wagner, *Lehrbuch der Physiologie*, 1 Aufl. S. 34.

[2] Meissner, *Beiträge zur Anatomie und Physiol. von Mermis albicans*, Zeitschrift. für wiss. Zool. Bd. V. 1853. — Idem, *Beobachtungen über das Eindringen der Samenelemente in der Dotter* n° 1. — *Ibid.*, Bd. VI, sept. 1854.

[3] Pflüger, *Uber die Eierstöcke der Saügethiere*.

[4] De la Valette S[t]-George, *Studien über die Entwickelung der Amphipoden*.



observé chez quelques crustacés inférieurs. Plusieurs autres naturalistes ont reconnu que les jeunes vésicules germinatives sont séparées par un liquide transparent; MM. Oscar Schmidt et Max Schultze l'ont observé chez les Turbellariés Rhabdocèles; Keferstein chez les Planaires; Cohn chez les rotifères; mais ces derniers n'ont pas considéré ce liquide comme étant la partie essentielle du vitellus; ils font, au contraire, apparaître le vitellus au moment où des granules vitellins commencent à se déposer autour des vésicules germinatives. De là résulte que, tout en ayant remarqué l'existence de ce liquide, que je considère comme la partie essentielle du vitellus, celle qui représente essentiellement le contenu de la cellule-œuf, ils n'ont pas considéré comme moi l'oogenèse. Pour eux, le vitellus consiste dans les granules vitellins, et comme ces granules vitellins se forment après la vésicule germinative, ils ont admis que la vésicule germinative est la première partie formée de l'œuf.

Les corpuscules vitellins sont la partie accessoire du vitellus; ils ne font pas partie intégrante de la cellule-œuf. Au contraire, le liquide protoplasmatique qui sépare les jeunes vésicules germinatives est la partie essentielle du vitellus, et, dès le début, elles en sont entourées; de sorte qu'on ne peut admettre que le vitellus se forme après les vésicules germinatives et qu'il ne vient entourer ces vésicules que lorsqu'elles ont atteint un certain degré de développement.

Mais tous les jeunes œufs se forment-ils aux dépens du liquide protoplasmatique? Je crois que, dans certains groupes, les germes, formés d'après le procédé général de l'oogenèse, jouissent du pouvoir de se multiplier par division; mais je doute que ceci puisse être admis *en règle générale*.

Comme exemples d'animaux chez lesquels les germes, arrivés à leur maturité, peuvent se diviser, je puis citer le *Distoma Cygnoïdes* parmi les Trématodes, le *Cucullanus elegans* [1] parmi les Nématodes; enfin, parmi les mammifères, il s'en trouve quelques-uns chez lesquels j'ai vu les jeunes œufs se multiplier par division, après avoir été isolés dans des follicules distincts.

[1] Claparède, *De la formation et de la fécondation des œufs chez les vers Nématodes*. Genève, 1859.

Dans ce cas se trouvent quelques ruminants [1] et j'ai pu constater le même fait chez le fœtus humain.

§ 2. — *Formation de l'œuf.*

Le germe de l'œuf paraît se former, d'après un procédé uniforme, dans les diverses classes du règne animal. Nous avons à examiner comment l'œuf se complète et comment, peu à peu, il acquiert les caractères qu'il présente quand il est arrivé à maturité.

A une certaine époque du développement, l'ovaire des mammifères se constitue de tubes glandulaires, séparés les uns des autres par du tissu conjonctif, qui constituera plus tard cette partie de l'organe que l'on a désignée sous le nom de *stroma*. M. Pflüger a fait observer, et j'ai pu constater par moi-même, que la partie la plus jeune de ces tubes, celle qui avoisine leur extrémité aveugle, renferme des éléments vésiculaires qui ne sont autre chose que les jeunes vésicules germinatives. Mais ces jeunes vésicules sont séparées les unes des autres par le liquide protoplasmatique qui constitue avec elles la substance mère des œufs. Il est à remarquer que dans ce protoplasme commun on trouve déjà de petits corpuscules réfringents et de petites gouttelettes d'apparence graisseuse, qui sont les premiers éléments nutritifs du vitellus. Ces éléments réfringents grandissent à mesure que le germe de l'œuf se dessine davantage, et en même temps leur nombre augmente considérablement. Quand les jeunes œufs, complétement isolés les uns des autres, se sont séquestrés dans autant de follicules distincts par la division des tubes ovariens, leur protoplasme est chargé d'un grand nombre de ces corpuscules réfringents, qui lui enlèvent sa transparence.

Les jeunes follicules ovariens de l'oiseau présentent avec ceux des mammifères une ressemblance telle, qu'il n'est guère possible de révoquer en doute l'identité de formation des uns et des autres.

Ces jeunes follicules, comme ceux des mammifères, renferment chacun

[1] Quincke, *Notizen über die Eierstöcke der Saügethiere.—Zeitschrift für wiss. Zool.* Bd. XII; 1862.



un jeune œuf formé d'une cellule protoplasmatique sans membrane, dont le protoplasme tient en suspension un grand nombre d'éléments réfringents. Ces éléments existent dans le protoplasme commun à noyaux qui remplit l'extrémité aveugle des tubes ovariens des mammifères, et beaucoup de raisons nous portent à croire qu'il en est de même chez les oiseaux. Il n'y a donc pas chez les vertébrés supérieurs une partie du tube spécialement affectée à la formation des germes, une autre à la production des éléments vitellins : il y a fusion du travail physiologique. D'un autre côté, les éléments vitellins se forment dans le protoplasme même de l'œuf qui puise, dans le liquide sanguin qui le baigne, les éléments nécessaires à leur formation.

Dès le début donc, on trouve dans le vitellus de l'œuf des mammifères, comme dans celui des oiseaux, deux éléments distincts : un protoplasme fondamental faisant partie intégrante de la cellule-œuf, et des éléments nutritifs en suspension dans le protoplasme. Dans le cours du développement de l'œuf de l'oiseau, ces éléments grandissent et deviennent de vraies vésicules, à l'intérieur desquelles on voit apparaître soit un ou plusieurs corpuscules de dimension assez considérable, réfractant fortement la lumière, soit un grand nombre de fines granulations. Ces granulations acquièrent en même temps une coloration jaune plus ou moins accentuée. Les vésicules, en s'agrandissant, se pressent mutuellement; le protoplasme qui les séparait primitivement disparaît et peut-être est-il employé à former autour de chaque vésicule une membrane distincte; elles s'accolent en affectant une forme polygonale, et alors on trouve la plus grande partie de la cavité de l'œuf exclusivement remplie de ces éléments vésiculaires qui constituent le jaune ou vitellus de nutrition de Reichert. Le reste du protoplasme, tenant encore en suspension des éléments réfringents primitifs peu modifiés, entoure encore la vésicule germinative et constitue avec elle cette partie que l'on désigne communément sous le nom de *cicatricule ;* c'est elle que von Baër appelait la *couche proligère.* M. Coste a montré que c'est aux dépens de la cicatricule que se forment les premiers rudiments de l'embryon, et M. Reichert, pour rappeler cette fonction spéciale de la substance de la cicatricule, a proposé de lui donner le nom de *vitellus de formation.*

C'est dans la cicatricule que réside dorénavant toute l'activité vitale de

l'œuf; le jaune est un amas de substances nutritives pour l'embryon, dont les premiers rudiments se formeront aux dépens de la couche proligère. La combustion des éléments nutritifs en suspension dans le protoplasme de la cicatricule fournira les forces vives nécessaires à la formation des premières cellules embryonnaires; le jaune a pour fonction de nourrir les cellules de la couche blastodermique et toutes celles qui en dérivent, et les actions chimiques qui se produiront aux dépens de ces matières, seront la source des forces nécessaires à l'accomplissement de tous les phénomènes de la vie fœtale.

Le protoplasme de la cicatricule est le même qui remplissait primitivement le jeune œuf tout entier; mais, dans une partie de l'œuf primitif, les éléments réfringents, en suspension dans le protoplasme, se sont développés en nombre et en volume, de façon à remplir à eux seuls la plus grande partie de la cavité de l'œuf mûr. De là résulte que le protoplasme, dont la masse n'a guère augmenté, se trouve refoulé en un point de la surface de l'œuf, tenant encore en suspension un certain nombre d'éléments réfringents non modifiés.

C'est cet ensemble d'éléments nutritifs, d'abord tous en suspension dans le protoplasme du jeune œuf, plus tard séparés de telle manière que les uns forment exclusivement le jaune, les autres les corpuscules en suspension dans le protoplasme de la cicatricule, que je propose de désigner sous le nom de *deutoplasme* de l'œuf.

Ce mot *deutoplasme* (de δευτερος second, et de πλασσω, je forme), me semble convenir très-bien pour désigner ces éléments nutritifs du vitellus par opposition à celui de *protoplasme,* qui est à la fois la première partie formée, et aussi celle qui formera les premiers rudiments de l'embryon, les cellules du blastoderme.

Les éléments nutritifs du vitellus, au contraire, ne se forment qu'en second lieu chez beaucoup d'animaux inférieurs, et ils n'interviennent que secondairement et indirectement dans la formation des cellules embryonnaires.

Il est important, je pense, de définir ce que j'entends désigner sous le nom de protoplasme ou de liquide protoplasmatique : c'est une matière formée d'un ou de plusieurs principes albuminoïdes se présentant sous forme d'un liquide visqueux, transparent, quoique finement granuleux, du moins après

la mort. Il jouit essentiellement de la contractilité; il est capable de donner lieu à des mouvements amœboïdes en accusant une vitalité propre. Il existe dans toute cellule vivante, et c'est lui seul qui donne à la cellule le pouvoir de se nourrir et de se multiplier. Enfin, c'est à ses dépens que vont se former les premières cellules de l'embryon, et il constitue, à lui seul, le corps de toute jeune cellule.

Je distingue donc *dans le vitellus :* 1° le *deutoplasme* qui comprend, outre le vitellus de nutrition de Reichert, *les éléments nutritifs en suspension dans le protoplasme de la cicatricule;* 2° le *protoplasme* qui forme avec la vésicule germinative la cellule-œuf, le germe, qui est véritablement la première cellule de l'embryon.

Je ne puis accepter les noms de vitellus de formation (*Bildungsdotter*) et de vitellus de nutrition (*Nahrungsdotter*), proposés par M. Reichert comme une division *applicable à un œuf organisé sur un autre type que celui de l'oiseau;* et je crois qu'il sera utile, pour faire comprendre toute ma pensée, de faire voir que la division que je propose est bien différente de celle qui a été établie par M. Reichert.

M. Reichert a proposé le nom de vitellus de nutrition pour désigner le jaune de l'œuf de l'oiseau, celui de vitellus de formation pour indiquer la substance de la cicatricule, qui, comme M. Coste l'a le premier démontré, subit seule le fractionnement. Cette division repose uniquement sur l'étude de la constitution de l'œuf mûr, et sur la considération de ce fait que, dans l'œuf de l'oiseau, le jaune et la cicatricule jouent, dans l'histoire du développement de l'embryon, un rôle complétement différent.

Mais l'étude du développement de l'œuf démontre clairement que les éléments vésiculaires du jaune ont la même signification que ces gouttelettes réfringentes, moins volumineuses, que l'on observe dans le protoplasme de la cicatricule, dans l'œuf complétement développé.

Ces éléments vésiculaires du jaune sont primitivement de simples globules réfringents qui se sont développés d'une manière exceptionnelle, tandis que ces mêmes globules ont conservé dans la cicatricule leurs caractères embryonnaires, si je puis m'exprimer ainsi. Et si l'on considère que ces éléments nutritifs de la cicatricule sont utilisés dans les premiers temps du

développement pour nourrir les premières cellules embryonnaires, et que les éléments du jaune jouent le même rôle un peu plus tard, on devra bien reconnaître que, à certains points de vue, la division de M. Reichert est purement artificielle. Je lui ferai en outre le reproche de ne pas être applicable aux œufs organisés sur un autre type que celui de l'oiseau.

Un œuf de mammifère, de batracien, d'insecte ou de crustacé doit être comparé, physiologiquement du moins, à la cicatricule de l'œuf de l'oiseau, et, par conséquent, il ne peut être question de distinguer dans ces œufs un vitellus de nutrition et un vitellus de formation.

Mais il faut distinguer dans tous ces œufs un élément protoplasmatique et des éléments nutritifs; et ces deux principes existent, l'un et l'autre, dans *la cicatricule de l'œuf de l'oiseau.* Il en résulte clairement que la division que je propose est d'une tout autre nature que celle qui a été établie par M. Reichert. Elle ressort de l'étude du mode de formation de l'œuf : chez la plupart des animaux inférieurs, l'œuf est primitivement une simple cellule protoplasmatique, et ce n'est que plus tard, dans le cours du développement de l'œuf, que le protoplasme se charge d'éléments nutritifs, deutoplasmatiques. Cette division repose encore sur l'étude du développement embryonnaire, qui nous montre que souvent le protoplasme se sépare des éléments nutritifs du vitellus, pour former à lui seul les cellules blastodermiques, tandis que les éléments deutoplasmatiques servent uniquement à la nutrition de l'embryon. Cette division est donc en même temps anatomique, c'est-à-dire histologique et physiologique, et à cette distinction anatomique et physiologique, correspond une différence chimique des principes constitutifs du vitellus.

Si maintenant l'on compare la formation du vitellus des mammifères avec celui des oiseaux, nous trouvons de grandes analogies, mais aussi des différences. Le germe, chez les mammifères, se développe aux dépens d'un protoplasme fondamental à noyaux, et, dès le début, il tient en suspension des éléments réfringents, nutritifs. Quand, après la division du tube où il a pris naissance, l'œuf se trouve séparé dans un follicule distinct, il présente la même constitution que le jeune œuf de l'oiseau : il comprend la cellule protoplasmatique qui est le germe, et des éléments nutritifs en suspension dans

le protoplasme. Le follicule et l'œuf grandissent; le protoplasme se charge de plus en plus d'éléments deutoplasmatiques; mais là s'arrêtent les modifications subies par l'œuf des mammifères. Tandis que dans l'œuf de l'oiseau les éléments deutoplasmatiques vont se développer considérablement, de façon à former dans l'œuf mûr un dépôt de matières nutritives, l'œuf du mammifère est pour ainsi dire arrêté dans son développement; il reste microscopique et conserve à l'état de maturité les caractères que présente l'œuf de l'oiseau dans les premiers temps de son développement. Mais il n'en est pas moins vrai que dans le vitellus de l'œuf des mammifères, comme dans la cicatricule de l'œuf de l'oiseau, il faut distinguer un protoplasme fondamental et des éléments nutritifs en suspension dans ce protoplasme. J'ai fait connaître plus haut la vraie nature de ces éléments réfringents en suspension dans le protoplasme, et il est presque inutile de faire remarquer que, chez les mammifères comme chez les oiseaux, ces éléments se forment bien à l'intérieur du protoplasme, aux dépens d'éléments puisés par l'œuf dans le liquide nourricier qui baigne tous les tissus.

Si des mammifères et des oiseaux on passe à certains animaux inférieurs, aux Crustacés, aux Nématodes, à certains Turbellariés, on voit l'œuf se former comme chez les animaux supérieurs, avec cette différence toutefois, que les germes prennent naissance dans une partie de l'ovaire distincte de celle où se forment les éléments deutoplasmatiques.

Le procédé que suit la nature dans la formation de la partie essentielle de l'œuf est identique dans le règne animal tout entier, et les germes présentent partout les mêmes caractères de cellules protoplasmatiques, dépourvues, à leur début, de membrane cellulaire. A un moment donné, les germes, jusqu'ici complétement transparents, commencent à se charger d'éléments nutritifs réfringents. Mais, tandis que chez les Trématodes, les Cestoïdes et les Turbellariés Rhabdocèles, les éléments deutoplasmatiques se forment en dehors du protoplasme du germe, nous voyons chez les Crustacés, les Nématodes, les Planaires et les Nemertes, *les éléments nutritifs se former, comme chez les animaux supérieurs, dans le protoplasme de la cellule-œuf,* qui fonctionne comme cellule sécrétoire de ces éléments deutoplasmatiques.

Si des Dendrocèles et des Némertiens nous passons aux Prorhynchus, nous

trouvons que les germes, formés absolument comme chez les autres animaux, se chargent d'éléments réfringents, dans une portion spéciale du tube sexuel et se développent à l'intérieur même du protoplasme, absolument comme cela a lieu chez les Planaires. Mais M. Schültze a fait voir que, chez les Prorhynchus, une partie des éléments vitellins se forme en dehors du protoplasme de l'œuf dans des cellules distinctes qui, chargées des produits qu'elles ont élaborés, viennent entourer le germe. Plus tard, ces cellules se désorganisent lentement, et les éléments nutritifs sont mis en liberté pour être peu à peu absorbés par le protoplasme de la cellule-œuf.

Nous trouvons évidemment chez cet animal la transition entre ce que nous voyons chez les Planaires et les Némertes où le deutoplasme se développe à l'intérieur même du protoplasme du germe, comme chez les mammifères et les oiseaux, et ce qui se produit chez les Rhabdocèles, où le deutoplasme est tout entier élaboré en dehors du germe, voire même dans une glande distincte. Chez les Prorhynchus, une partie des éléments vitellins est élaborée à l'intérieur même du germe, une partie en dehors de lui dans des cellules distinctes.

Venons-en aux vrais Rhabdocèles. Grâce aux belles recherches de M. Oscar Schmidt et de Max Schultze, nous savons aujourd'hui que chez ces animaux une double glande concourt à la formation de l'œuf, qu'il existe chez eux un germigène et une glande qui a reçu le nom de vitellogène. Ce sont les cellules épithéléales de cette glande qui élaborent le deutoplasme. Nous avons montré comment, chez le *Prostomum Caledonicum*, ces éléments nutritifs sont peu à peu absorbés par le protoplasme d'une cellule-germe; ils s'y amassent en quantités de plus en plus considérables, et ainsi le vitellus de l'œuf des Rhabdocèles, comme celui des autres Turbellariés, se constitue de deux éléments distincts : d'un liquide protoplasmatique et d'éléments nutritifs en suspension dans le protoplasme. Seulement, tandis que chez les animaux supérieurs, les éléments deutoplasmatiques se forment dans le protoplasme du germe, ils sont élaborés ici dans une glande distincte pour être peu à peu absorbés par la cellule-œuf.

Chez les Trématodes et les Cestoïdes, comme chez les Turbellariés Rhabdocèles, un germigène et un vitellogène concourent à la formation de l'œuf.



Les éléments nutritifs du vitellus sont élaborés par les cellules épithéléales des glandes dites vitellogènes. Quand ces cellules sont chargées d'éléments deutoplasmatiques, elles traversent le vitelloducte et arrivent dans l'ootype; elles vont ensuite se déposer autour d'une cellule germinative pour former avec elle un œuf. Parfois la désorganisation de ces cellules vitellines a lieu après la formation du chorion; mais quelquefois les produits nutritifs sont mis en liberté dans le vitelloducte, voire même dans la glande où ils ont pris naissance.

Mais tandis que chez les Turbellariés Rhabdocèles les éléments nutritifs sont peu à peu absorbés par le protoplasme de la cellule-œuf, ils restent constamment distincts l'un de l'autre chez les Trématodes et les Cestoïdes; les deux éléments constitutifs du vitellus ne se fondent jamais en une masse commune. La cellule-œuf se divise sans que le deutoplasme prenne part à cette division, et peu à peu les cellules embryonnaires absorbent, pour s'en nourrir, les éléments nutritifs qui les entourent de toutes parts.

Il résulte de ce qui précède, que les prétendus vitellogènes sécrètent, non pas le vitellus, mais une partie seulement des éléments constitutifs du vitellus, le deutoplasme de l'œuf. Le nom de vitellogène convient donc très-peu à ces glandes, et je propose de les appeler *deutoplasmigènes*, à raison du produit auquel elles donnent naissance.

Il résulte des belles observations de MM. Claus [1], Bessels [2], Weissman [3], Huxley [4], Lubbock [5], Leuckart [6] et Leydig [7] que, chez les insectes aussi, le vitellus est élaboré dans des cellules spéciales. Tantôt, comme chez les Muscides et les Lépidoptères, les cellules vitellines chargées d'éléments nutritifs disparaissent et se fondent complétement dans le protoplasme de l'œuf; tantôt

[1] Claus, *Beobachtungen über die Bildung des Insecteneies.* ZEITSCHRIFT FÜR WISS. ZOOL. Bd. XIV; 1864.

[2] Bessels, *Studien über die Entwickelung der Sexualdrusen bei den Lepidopteren.* ZEITSCHRIFT FÜR WISS. ZOOL. Bd. XVII; 1867.

[3] Weissman, *Die Nachembryonale Entwickelung der Musciden.* ZEITSCHRIFT FÜR WISS. ZOOL. Bd. XIV; 1864.

[4] Huxley, *On the agamic reproduction of Aphis* (TRANS. OF THE LINNEAN SOCIETY; 1857).

[5] Lubbock, *On the ova and pseudova of Insects* (PHIL. TRANS.; 1858).

[6] Leuckart, *Generationswechsels und Parthenogenesis.* Franckfurt; 1858.

[7] Leydig, *Der Eierstock und die Samentasche der Insecten.* Dresden; 1866.

ces cellules, situées en dehors de l'œuf, produisent constamment de nouvelles quantités de vitellus, et les éléments qu'elles sécrètent sont amenés jusqu'à l'œuf par un canal spécial.

Pour résumer en quelques mots ce qui est relatif à la formation du vitellus, disons que le vitellus se constitue partout de deux principes distincts : d'un élément protoplasmatique qui forme essentiellement le corps de la cellule-œuf, et d'un deutoplasme qui se constitue d'un amas de matières nutritives destiné à nourrir les premières cellules embryonnaires et l'embryon futur. On pourrait diviser l'histoire de l'oogenèse d'un grand nombre d'animaux en deux périodes bien distinctes : la période de formation du germe et la période de formation de l'œuf; dans cette seconde période le germe acquiert généralement des dimensions plus considérables, et les éléments nutritifs viennent s'unir au protoplasme pour former avec lui le vitellus. C'est encore pendant cette seconde période que se forment les membranes de l'œuf, dont il sera question bientôt.

Le germe est la partie essentielle et fondamentale de l'œuf, puisqu'il est le point de départ de l'embryon dont il constitue réellement la première cellule embryonnaire; il se développe, d'après un procédé unique et uniforme, dans les classes les plus diverses du règne animal. Il n'en est pas de même du deutoplasme, qui est la partie accessoire du vitellus et qui ne fait pas partie intégrante de la cellule.

Chez les oiseaux et les mammifères, tout aussi bien que chez un certain nombre d'animaux inférieurs, tels que les Crustacés, les Nématodes, les Planaires et les Némertes, les éléments nutritifs se forment à l'intérieur même du protoplasme du germe, qui puise dans le liquide sanguin ambiant les éléments nécessaires à leur élaboration. Mais chez les animaux supérieurs, un certain nombre de ces éléments se trouvent, dès le début, en suspension dans le protoplasme, de telle manière qu'il n'est pas possible de distinguer dans les tubes ovariens une région spécialement affectée à la formation des germes, une autre au développement des éléments nutritifs du vitellus. Il y a fusion complète du travail physiologique.

Chez les animaux inférieurs, au contraire, le germe est tout d'abord une cellule protoplasmatique parfaitement transparente. C'est plus tard seulement

que le protoplasme se charge d'éléments vitellins, soit à la place même où ils ont pris naissance (Némertes et Planaires), soit dans une autre partie de l'ovaire (Crustacés, Nématodes).

Mais quelquefois on trouve, chez les animaux inférieurs, une division de travail bien plus complète : les éléments deutoplasmatiques sont élaborés par des cellules distinctes. Chez les insectes, les Rhabdocèles, les Cestoïdes et les Trématodes, le deutoplasme vient du dehors : il se forme dans les cellules épithéléales de glandes spéciales. Quelquefois les cellules vitellines, chargées des éléments qu'elles ont élaborés, viennent se disposer autour d'une cellule germe, et la désorganisation de ces cellules s'opère dans l'œuf lui-même : un bon nombre de Trématodes et certains insectes, tels que les Muscides [Weissman] et les Lépidoptères [Bessels] se trouvent dans ce cas. D'autres fois les cellules, après avoir sécrété leur produit, se détachent des parois de la glande et crèvent sur place pour mettre leur produit en liberté (certains Trématodes et tous les Cestoïdes). D'autres fois encore les cellules vitellines sont douées d'une vitalité particulière, et, comme le font certaines glandes monocellulaires, elles sécrètent constamment de nouvelles quantités de matières nutritives, sans être obligées de se désorganiser pour mettre en liberté le produit de leur activité (Insectes).

On trouve chez le Prorhynchus, ce Némertien si remarquable décrit par M. Max Schulze, la transition entre ces deux modes de formation du deutoplasme. Une partie des éléments nutritifs se forme dans le protoplasme, une autre dans des cellules distinctes, qui, chargées d'éléments deutoplasmatiques, viennent entourer le germe pour se désorganiser ensuite et mettre en liberté leurs produits, qui, probablement, sont absorbés petit à petit par le protoplasme de l'œuf.

Si nous examinons plus spécialement quel rapport existe entre le mode de formation d'un œuf, formé par une double glande, et un œuf de mammifère ou d'oiseau, nous trouvons : 1° que le germe de l'œuf des vers se forme absolument de la même manière que celui des mammifères et des oiseaux; 2° mais, tandis que chez les mammifères, le deutoplasme se forme à l'intérieur même du protoplasme de l'œuf, nous voyons chez les vers le deutoplasme se former

dans des glandes spéciales qui méritent bien plutôt le nom de *deutoplasmigènes* que celui de *vitellogènes;* 3° dans l'œuf des mammifères et dans celui des oiseaux, une membrane se forme toujours aux dépens de la couche externe du protoplasme de l'œuf. Chez les vers à double glande, tels que les Cestoïdes et les Trématodes, il n'existe jamais autour de l'œuf de membrane vitelline : chez ces animaux inférieurs, l'œuf ne s'entoure que d'une seule membrane qui est toujours un chorion.

Dans l'œuf de l'oiseau, on trouve plusieurs parties accessoires, qui n'ont pas d'analogues dans les œufs des animaux où une double glande concourt à la formation de l'œuf : telles sont l'albumine, les membranes coquillières et la coque.

Nous avons examiné comment se forme le germe de l'œuf et comment se produit le vitellus; nous avons à étudier encore comment se forment les membranes de l'œuf.

Formation des membranes.

Pendant longtemps on a désigné, sous le nom de membrane vitelline, toute enveloppe de l'œuf, sans tenir compte, du reste, ni de sa nature, ni de son mode de formation, ni de sa signification. Ainsi M. Coste, dans son travail sur le développement des êtres organisés, définit la membrane vitelline en disant : « C'est une vésicule close, vivante, dont la paroi, le plus souvent simple, homogène, pellucide, élastique, finement grenue, rarement fibreuse, quelquefois opaque, cornée, rarement couverte de cils vibratiles, hérissée d'épines ou de villosités, toujours privée de cellules et de vaisseaux, renferme dans sa cavité toutes les parties de l'œuf primitif, sans avoir avec elles aucun lien de continuité [1]. »

Aujourd'hui il n'est plus possible d'accepter une semblable définition. Une membrane, pour mériter le nom de membrane vitelline, doit se former d'une certaine manière, et avoir, au point de vue histogénique, une signification déterminée.

Ce nom a été donné tout d'abord à la membrane qui entoure immédiate-

[1] Coste, *Développement des corps organisés,* t. I, 1er fasc., p. 85.



ment le jaune de l'œuf de l'oiseau. Il est important de conserver ce nom à cette membrane et de réserver le nom de membrane vitelline à toute membrane présentant le même mode de formation, la même structure et la même signification que la membrane du jaune de l'œuf des oiseaux. Elle se forme, comme nous l'avons dit, aux dépens de la couche externe du protoplasme de l'œuf, comme une membrane cellulaire se forme aux dépens du protoplasme de la cellule. Elle est donc relativement à l'œuf ce qu'est la membrane cellulaire relativement à la cellule; et, comme l'œuf de l'oiseau est lui-même une cellule qui a pris un développement colossal, il est clair que *la membrane vitelline doit être considérée comme représentant la membrane cellulaire de la cellule-œuf.*

Le nom de *chorion* fut tout d'abord employé pour désigner la membrane externe de l'œuf des mammifères, au moment où il pénètre dans la matrice et où l'on voit apparaître à sa surface les premières villosités. Ce n'est donc que la membrane pellucide modifiée qui change de nom, au moment où dans l'œuf primitif on voit apparaître les premiers rudiments de l'embryon. Mais, comme il est peu rationnel de désigner, sous deux noms différents, une même membrane à deux moments distincts de son évolution, je crois qu'il est utile de désigner, sous le nom de chorion, la membrane pellucide de l'œuf primitif, aussi bien que la membrane pellucide de l'œuf contenant un embryon en voie de développement. Cette membrane de l'œuf des mammifères, perforée à une certaine période de son développement de pores à canalicules, comme la plupart des productions cuticulaires, est sécrétée par les cellules de la couche granuleuse. Je propose de réserver le nom de chorion *à toute membrane anhiste, formée par voie de sécrétion, par les cellules épithéléales de l'ovaire ou de l'oviducte, et destinée à servir d'enveloppe à un œuf arrivé à maturité.*

Chez beaucoup d'animaux inférieurs, l'œuf est toujours entouré d'une double membrane, et beaucoup d'ovologistes désignent invariablement l'externe, sous le nom de chorion, l'interne, sous le nom de membrane vitelline, sans examiner, du reste, quel est le mode de formation de ces membranes. Ce principe ne peut être accepté. Il conduit évidemment à confondre, sous un même nom, des éléments qui ne se forment pas de la même manière, et qui sont loin, par conséquent, d'avoir la même signification. Il est tout aussi



regrettable de voir certains embryogénistes appeler invariablement *membrane vitelline* toute membrane de l'œuf, du moment qu'elle est unique.

Tout œuf mûr est entouré d'une ou de plusieurs enveloppes : tantôt une membrane vitelline existe seule; tantôt un chorion, membrane unique de l'œuf, s'applique immédiatement sur le vitellus; d'autres fois il existe à la fois un chorion et une membrane vitelline. On ne rencontre que rarement plus de deux membranes.

I. On trouve à la fois une membrane vitelline et un chorion (zone pellucide) autour de l'œuf des mammifères. Je ne pourrais fixer le moment exact où cette membrane vitelline se forme autour du jeune œuf qui en est dépourvu au début de son développement; mais ce qui est certain, c'est que, aussitôt après la fécondation, quand le vitellus a subi les premiers fractionnements, il devient assez facile de démontrer l'existence de cette membrane [1].

D'après les belles recherches de M. Leydig [2], les œufs des insectes sont entourés de deux membranes, dont l'une, interne, se forme aux dépens du protoplasme de l'œuf, tandis que l'autre, externe, est une production cuticulaire, un produit de sécrétion des cellules épithéléales du tube ovarien, par conséquent, un vrai *chorion*.

Il existe encore une membrane vitelline et un chorion dans l'œuf de la plupart des Nématodes. D'après les recherches de M. Schneider [3], il existerait, chez quelques-uns de ces animaux, plusieurs membranes vitellines.

II. L'œuf des oiseaux est pourvu d'une membrane vitelline qui s'entoure, dans l'oviducte, de plusieurs couches d'albumine. Il ne se forme dans la capsule de de Graaf, autour de la membrane vitelline, rien que l'on puisse comparer à la zone pellucide (chorion) de l'œuf des mammifères.

Le chorion est une membrane destinée à préserver l'œuf et à le protéger. On comprend qu'elle fasse défaut chez les oiseaux, où l'œuf proprement dit se revêt de plusieurs parties accessoires, parmi lesquelles il s'en trouve qui

[1] Voir plus haut, page 145.
[2] Fr. Leydig, *Der Eierstock und die Samentosche der Insecten*. Dresden; 1866.
[3] Schneider, *Monographie der Nematoden*. Berlin; 1866.

remplissent le même rôle que le chorion et lui sont, par conséquent, physiologiquement analogues.

Le nombre des animaux qui produisent des œufs ayant pour toute enveloppe une membrane vitelline est peu élevé. Je ne puis guère citer, parmi ceux que j'ai étudiés, que les Rotateurs et quelques Nématodes, les Cucullanus, par exemple. Les Rotateurs produisent généralement deux sortes d'œufs; les uns, destinés à passer l'hiver, sont pourvus d'une membrane vitelline et d'une coque épaisse; les autres accomplissent leur évolution dans le corps même de l'animal qui leur a donné naissance, et, n'ayant pas besoin d'être protégés, ils n'ont pour toute enveloppe qu'une simple membrane vitelline. Les œufs de certains Nématodes, comme les Cucullanus, sont également dépourvus de chorion; il est à remarquer que ces animaux sont également vivipares.

III. Enfin il existe beaucoup d'animaux inférieurs dont les œufs sont dépourvus de membrane vitelline et dont l'enveloppe unique est un vrai chorion : tels sont tous les Trématodes et tous les Cestoïdes, beaucoup de Turbellariés et la plupart des Crustacés, parmi lesquels on peut citer les Lernéens, les Copépodes libres, les Amphipodes et les Isopodes.

CHAPITRE II.

ÉTUDE COMPARATIVE DE LA CONSTITUTION DE L'OEUF.

I. *Vésicule germinative.* — Tout œuf est à son début une cellule simple, dont le noyau, que l'on désigne sous le nom de vésicule germinative, ou de vésicule de Purkinje en l'honneur de l'habile physiologiste à qui on en doit la découverte [1], présente généralement une forme vésiculaire. Primitivement la vésicule germinative possède les caractères d'un noyau de cellule ordinaire : elle est un petit corps généralement transparent, formé d'une substance visqueuse, très-dense, de nature albuminoïde, tenant en suspension un ou plusieurs petits corpuscules réfringents, qui représentent le nucléole.

Dans l'œuf mûr, la vésicule germinative est généralement entourée d'une

[1] Purkinje, *Symbolae ad ovi avium historiam ante incubationem.* Lipsiae; 1825.



membrane extrêmement mince; elle a toujours une forme arrondie, et renferme un liquide albuminoïde parfaitement transparent, et un ou plusieurs corpuscules réfringents appelés corpuscules de Wagner en l'honneur du célèbre physiologiste qui les a découverts.

Les dimensions de la vésicule germinatrice varient autant que celles de l'œuf. R. Wagner, qui fit une étude comparative très-intéressante de la vésicule de Purkinje, a mesuré ses dimensions dans les œufs d'un grand nombre d'animaux, et nous ne pouvons que renvoyer à son travail [1]. Quant à l'ensemble de ses caractères, la vésicule germinative ne présente guère de variations : de toutes les parties de l'œuf elle est la moins variable.

II. *Tache germinative ou corpuscule de Wagner.* — A l'intérieur de la vésicule découverte par Purkinje, R. Wagner constata la présence d'un ou de plusieurs corpuscules, qui y existent avec une constance à peu près égale à celle de la vésicule germinative elle-même. Wagner conclut avec raison de la constance de ces éléments à l'importance de cette partie de l'œuf. Souvent ces corpuscules ne sont que des modifications plus ou moins étendues d'un corpuscule réfringent qui, au début, est généralement unique; ils sont tenus en suspension dans la vésicule germinative primitive et ils représentent le nucléole du germe, de la cellule-œuf.

Les caractères du corpuscule de Wagner varient assez considérablement non-seulement d'un animal à l'autre, mais aussi dans les différents œufs d'un même animal, et dans un même œuf, d'après son degré de développement : tantôt il est unique, et l'on peut dire que c'est là la règle générale; quelquefois il en existe un grand nombre provenant souvent, dans ce cas, d'un corpuscule primitivement unique, mais qui, dans le cours du développement, s'accroît beaucoup et puis se divise (Poissons, Batraciens, Échinodermes).

Le corpuscule de Wagner possède toujours un pouvoir réfringent considérable; mais presque toujours on distingue à son centre une tache pâle, accusant probablement l'existence d'une petite cavité. Je l'ai observée spécialement chez les vers, les Échinodermes (*Asteracanthion rubens*) et chez plusieurs animaux supérieurs.

[1] R. Wagner, *Prodromus....*, p. 13.

Dans certains cas le corpuscule de Wagner paraît être une petite vésicule à contours très-pâles, tenant en suspension quelques corpuscules et quelques granulations réfractant fortement la lumière (oiseaux). D'autres fois la tache de Wagner apparaît comme un amas de granules plus ou moins considérables, accolés les uns aux autres.

Les dimensions du corpuscule de Wagner sont extrêmement variables aussi bien que ses formes. On trouve peu d'œufs où la tache germinative atteigne des proportions aussi considérables que dans l'œuf de certains Rotateurs.

Mais quels que soient le nombre, la constitution, la dimension relative ou absolue du corpuscule, quelle que soit sa forme, il a toujours, au point de vue histologique, la même signification, et il présente toujours primitivement les caractères d'un nucléole ordinaire.

III. *Vitellus.* — Le vitellus de l'œuf est cette partie du contenu de l'œuf qui remplit tout l'espace compris entre la vésicule germinative et la membrane vitelline.

Si l'on examine la composition du vitellus du jeune œuf de l'oiseau, on trouve qu'il se constitue essentiellement de deux éléments que l'on y reconnaît dès le début de son développement : un liquide protoplasmatique et des éléments nutritifs, des granules vitellins, des corpuscules albuminoïdes et des gouttelettes de graisse; plus tard on y rencontre des éléments vésiculaires, dont l'ensemble constitue ce que nous avons appelé le *deutoplasme.* Dans tous les œufs, le vitellus se constitue essentiellement de ces deux principes.

Mais ces deux principes n'ont pas la même importance; la partie essentielle, sans laquelle un œuf ne peut pas exister : c'est le *protoplasme.* Il constitue le corps de la cellule dont la vésicule germinative est le noyau. Aussi trouve-t-on dans tout œuf, entre le protoplasme et la vésicule germinative, les mêmes relations; partout le protoplasme se forme de la même manière; partout il a les mêmes caractères physiques d'une masse incolore, transparente, quoique finement granuleuse; toujours il est visqueux et possède une densité assez considérable. Ses caractères chimiques paraissent être partout les mêmes : il est un liquide albuminoïde, se coagulant par l'alcool et se conduisant, vis-à-vis des autres réactifs chimiques, comme les principes

albuminoïdes. Enfin, les mouvements amœboïdes qu'il présente et qui ont été constatés dans l'œuf des mammifères aussi bien que dans celui des poissons, des crustacés et des vers, prouvent irrécusablement qu'il est *une substance vivante et contractile*. Le protoplasme se conduit toujours de la même manière pour la formation des premières cellules de l'embryon et c'est lui qui, en se divisant, forme le corps des premières cellules embryonnaires.

L'autre élément est accessoire; il ne fait pas partie intégrante de la cellule-œuf : un œuf peut fort bien exister sans renfermer d'éléments nutritifs. Je n'en citerai qu'un seul exemple : l'œuf du *Cucullanus elegans* est une simple cellule protoplasmatique, dépourvue de deutoplasme, c'est-à-dire d'éléments nutritifs en suspension dans le protoplasme. Mais c'est là un fait exceptionnel : généralement l'œuf ne se constitue pas uniquement d'une cellule protoplasmatique : il renferme en outre de la substance nutritive qui doit servir à la nutrition des premières cellules embryonnaires et des premiers rudiments de l'embryon.

Les rapports du deutoplasme et du protoplasme varient considérablement : généralement tous les éléments deutoplasmatiques sont tenus en suspension dans le protoplasme; c'est le cas chez les mammifères, les batraciens, les poissons qui, comme les Cyclostomes, présentent le fractionnement total du vitellus, les Insectes, les Crustacés, les Nématodes et beaucoup de Turbellariés. Quelquefois une partie des éléments nutitifs est tenue en suspension dans le protoplasme; une autre partie se trouve en dehors de lui. Dans ce cas se trouvent les œufs des oiseaux, des reptiles et des poissons cartilagineux. D'autres fois encore il y a séparation complète entre la matière nutritive et le protoplasme, et comme exemple de cette disposition on peut citer les œufs des Trématodes et des Cestoïdes.

Chez les oiseaux et les mammifères, les deux éléments constitutifs du vitellus sont unis dès le début de la formation de l'œuf et la cellule-œuf élabore elle-même les éléments nutritifs; chez la plupart des animaux inférieurs, le protoplasme existe d'abord seul autour de la vésicule germinative, et ce n'est que plus tard que le deutoplasme apparaît dans le protoplasme (Crustacés, Nématodes, Turbellariés). Enfin, il est des animaux où *le deutoplasme reste constamment séparé du protoplasme,* où le mélange ne se pro-

duit jamais (Trématodes, Cestoïdes). Les Crustacés et les Nématodes font, sous ce rapport, la transition entre les animaux supérieurs, les Mammifères et les oiseaux d'un côté, et les animaux inférieurs, tels que les Trématodes et les Cestoïdes de l'autre.

Les caractères du deutoplasme varient beaucoup : tantôt on le trouve dans l'œuf, représenté par des cellules véritables, pourvues d'un noyau et d'un nucléole. Ce fait est facile à constater chez beaucoup de Trématodes, tels que les *Amphistoma*, les *Polystoma* et beaucoup d'autres. M. Max Schultze [1] l'a observé chez le *Prorhynchus*, et M. Leydig [2], dans son *Traité d'histologie comparée*, signale le même fait chez plusieurs Annélides, par exemple chez les *Piscicola*. Weissman [3] et Bessels [4] l'ont observé chez les Insectes, le premier chez les Muscides, le second chez les Lépidoptères. Mais peu à peu ces cellules se désorganisent dans l'œuf et leur contenu est mis en liberté. Le deutoplasme de ces œufs présente alors les caractères généraux qu'affecte cette partie du vitellus dans les œufs ordinaires.

Les éléments réfringents dont se constitue le deutoplasme sont, les uns, de nature albuminoïde, les autres, formés de matières grasses. Les gouttelettes de graisse ont des dimensions extrêmement variables dans un même œuf, et leur volume maximum varie aussi beaucoup d'un œuf à un autre. A côté des gouttelettes graisseuses, que l'on reconnaît par leur solubilité dans l'éther, s'en trouvent d'autres de nature albuminoïde, qui, à raison de leur pouvoir réfringent à peu près égal à celui de la graisse, peuvent être facilement confondus avec les corpuscules graisseux; mais ils s'en distinguent toujours par leur insolubilité dans l'éther. La dimension de ces éléments albuminoïdes varie excessivement, et leur nombre l'emporte toujours considérablement sur celui des gouttelettes de graisses; les petits corpuscules opaques désignés sous le nom de granules vitellins, caractérisés par leur opacité et l'intensité du mouvement brownien auquel ils sont soumis, ne sont que des corpuscules albuminoïdes rudimentaires. Chez les oiseaux, les reptiles et les poissons

[1] Max Schultze, *Beiträge zur Naturgeschichte der Türbellarien.*
[2] Fr. Leydig, *Histologie des Menschen und der Thiere*, p. 550.
[3] Weissman, *Op. cit. Zeitschrift für wiss. Zool.* Bd. XIV; 1864.
[4] Bessels, *Op. cit. Zeitschrift für wiss. Zool.* Bd. XVII; 1867.

Plagiostomes, ces granules vitellins grandissent rapidement pour devenir de vraies vésicules, qui atteignent des dimensions considérables, en même temps qu'à leur intérieur se développent soit un petit nombre de gouttelettes formées d'une substance très-dense, réfractant fortement la lumière (vitellus incolore), soit une infinité de petits corpuscules ou de granulations très-ténues (vitellus jaune). Ce sont ces éléments vésiculaires qui, dans les œufs à cicatricule, forment toute la masse du jaune proprement dit.

Quelquefois, comme chez beaucoup de poissons osseux, le deutoplasme se résout en une immense gouttelette de nature albuminoïde caractérisée par un pouvoir réfringent considérable, et sa solubilité dans l'eau. Et si l'on vient à déchirer la membrane de l'œuf, au moment où ce liquide arrive au contact de l'eau, il se produit un phénomène difficile à décrire, mais qui rappelle aux yeux ce qui se produit dans l'eau, quand on y laisse tomber une goutte de glycérine.

J'ai constaté souvent que les cellules vitellines des Trématodes sont remplies d'un liquide très-analogue, également soluble dans l'eau. C'est ce liquide qui tient en suspension des éléments réfringents plus ou moins volumineux, et qui constitue dans l'œuf toute la masse deutoplasmatique, après la destruction des membranes cellulaires.

Des recherches chimiques nombreuses ont été faites sur le vitellus des œufs des animaux supérieurs, spécialement des oiseaux. Le jaune de l'œuf de la poule contient plusieurs principes albuminoïdes parmi lesquels de l'albumine en assez grande quantité. Lehmann [1] y a constaté la présence de la caséine; Dumas et Cahours [2] y ont découvert un principe particulier auquel ils ont donné le nom de *vitelline;* et en 1825 M. Chevreul [3] fit connaitre deux principes colorants retirés du vitellus : l'un jaune, l'autre rouge.

On y trouve toujours beaucoup de matières grasses : l'*oléine,* la *margarine,* la *cholestérine,* et même la matière grasse contenant du phosphore, appelée *cérébrine.* M. Lehmann a constaté que toujours le vitellus renferme un prin-

[1] Lehmann, *Lehrbuch der Physiologische Chemie*, t. II.

[2] Dumas et Cahours, *Mém. sur les mat. azotées neutres de l'organisation.* Ann. de chim. et de phys., 3e série, t. VI.

[3] Chevreul, Art. *OEuf* dans le *Dict. des sc. nat.,* t. XXXV, p. 444; 1825.

cipe sucré : la glucose [1]. Le vitellus renferme aussi des sels potassiques [2]; l'acide phosphorique y a été constaté et, d'après Gobley [3], Rose [4] et Weber, on y trouverait régulièrement des traces de chlorure de sodium, de fer et de silice.

On reconnait, quand on fait l'étude comparative des premiers phénomènes embryonnaires qui se produisent dans l'œuf fécondé, que le deutoplasme peut se comporter très-différemment relativement à la cellule-œuf et aux cellules qui en dérivent par voie de division. Mais toujours sa fonction est de nourrir les premières cellules de l'embryon et l'embryon lui-même.

IV. *Membranes de l'œuf.* — J'ai traité de la constitution des membranes de l'œuf en même temps que j'ai fait l'étude de leur mode de formation. Il est inutile de revenir ici sur ce point. Je ferai observer seulement que la membrane vitelline présente toujours quelques caractères communs : elle est toujours mince, transparente et incolore; elle s'applique toujours immédiatement sur le vitellus, et elle ne présente jamais d'appendices filiformes.

Le chorion, toujours produit par sécrétion, offre dans son épaisseur, dans sa forme, dans sa nature, enfin dans les appendices qui en dépendent, des variations nombreuses. Je renvoie pour ces particularités à la première partie de ce travail, où j'ai fait l'étude particulière de l'œuf et des diverses parties qui le constituent, dans diverses classes du règne animal.

Analogies et différences entre l'œuf des Trématodes et celui des animaux supérieurs.

Avant de terminer ce chapitre, il sera utile, je pense, de résumer en quelques mots les analogies et les différences que l'on peut signaler, d'une part, entre l'œuf des Trématodes et celui des Cestoïdes, animaux chez lesquels une double glande concourt à leur formation, et, d'autre part, l'œuf des mammifères et des oiseaux.

1° Dans l'œuf des vers, comme dans celui des animaux supérieurs, on

[1] Lehmann, *op. c.*

[2] Poleck, *Analyse der Asche von Eiweiss.* Poggendorf's Annalen der Physik und Chemie, t. LXXIX, p. 155; 1850.

[3] Gobley, *Recherches chimiques sur le jaune de l'œuf.* Comptes rendus de l'Acad. des sc., t. XXI, p. 989; 1845. — Journal de Pharmacie, 3e série, t. IX, p. 5; 1846.

[4] Rose, *Poggendorf's Annalen*, t. LXXIX, p. 599; 1850.



trouve une cellule protoplasmatique, qui chez les vers se forme dans une glande spéciale appelée germigène; chez les animaux supérieurs les germes prennent naissance dans les tubes de l'ovaire du fœtus. Cette cellule est la partie essentielle de l'œuf; la vésicule germinative en est le noyau; son nucléole est représenté par le corpuscule de Wagner.

2° Dans l'œuf des animaux supérieurs, comme dans celui des vers, on trouve, outre la cellule-œuf, des éléments nutritifs, qui forment ce que nous avons appelé le deutoplasme. Mais il y a entre l'œuf des Trématodes et celui des mammifères cette différence que, dans l'œuf des mammifères, ce deutoplasme est uni au protoplasme de la cellule-œuf pour former le vitellus, tandis que dans l'œuf des Trématodes et des Cestoïdes, le deutoplasme reste séparé du protoplasme; mais les deux éléments réunis n'en représentent pas moins le vitellus.

Chez les oiseaux, nous trouvons, sous le rapport de la constitution de l'œuf, la transition entre l'œuf des Trématodes et celui des mammifères. Dans l'œuf de l'oiseau, une partie du deutoplasme est unie au protoplasme pour former la cicatricule; une autre partie en reste séparée formant le jaune ou le vitellus proprement dit.

3° Dans l'œuf de l'oiseau il existe autour du jaune une membrane vitelline; l'œuf des mammifères possède à la fois une membrane vitelline et un chorion; chez les Trématodes et les Cestoïdes, un chorion est la seule membrane dont l'œuf soit pourvu.

L'œuf est-il identique dans le règne animal tout entier?

C'est ici la place je pense, d'émettre mon avis sur la valeur de ce principe admis comme axiome, et que l'on trouve exprimé en toutes lettres dans un grand nombre de traités de physiologie et dans beaucoup d'ouvrages spéciaux : *l'œuf est identique dans le règne animal tout entier, les seules différences que l'on puisse signaler se rapportent à certaines parties accessoires, telles que l'albumine et les membranes qui l'entourent* [1].

[1] « Les œufs ovariens de tous les animaux sont identiques (idendical) : ce sont de petites cellules composées d'un vitellus, d'une vésicule germinative et d'une tache germinative. » L. Agassiz et A. Gould. *Principles of Zoology*. Part I, *Comparative Physiology*. Revised Edition. Boston, 1856.



Il ressort clairement de tout ce qui précède, que l'on ne peut admettre ce principe même pour ce qui concerne l'œuf ovarien. L'œuf n'est pas identique dans les diverses classes du règne animal; mais dans tout œuf il existe une partie constante, qui partout se forme de la même manière, présente constamment les mêmes caractères et la même signification. Cette partie, commune à tous les œufs, est le germe, c'est-à-dire la cellule protoplasmatique à noyau et à nucléole, que j'ai appelée *cellule-œuf*.

Le vitellus de l'œuf se constitue de deux éléments, dont l'un protoplasmatique est constant, tout aussi bien que la cellule dont il forme le corps; l'autre nutritif appelé deutoplasme, est essentiellement variable par sa constitution (tantôt cellulaire, tantôt non cellulaire), par ses rapports avec le protoplasme, enfin par son origine et son mode de formation. Presque toujours il existe; mais il peut cependant manquer complétement comme c'est le cas chez le *Cucullanus elegans*. La constitution du vitellus varie donc beaucoup, et on peut en dire autant des membranes de l'œuf. Tantôt l'œuf présente uniquement une membrane vitelline; d'autres fois, un chorion; d'autres fois encore, une membrane vitelline et un chorion à la fois.

Dans tout œuf existe donc un germe partout identique; mais, en dehors du germe, il existe dans l'œuf d'autres parties qui varient énormément d'un œuf à un autre. De sorte que, si l'on peut dire que le germe de l'œuf est identique partout, il est complétement inexact de considérer l'œuf comme constitué de la même manière dans toutes les classes du règne animal.

CHAPITRE III.

ÉTUDE COMPARATIVE DES PREMIERS PHÉNOMÈNES EMBRYONNAIRES.

La disparition de la vésicule germinative est généralement considérée comme le premier phénomène qui s'accomplit dans l'œuf fécondé.

Néanmoins un grand nombre d'observateurs ont constaté que ce phénomène s'accomplit indépendamment de la fécondation et que, le plus souvent, l'œuf est déjà dépourvu de la vésicule, au moment où il subit le contact des spermatozoïdes. Von Baër et Wagner l'ont reconnu chez les oiseaux; peu de temps



après Wharton Jones, Bisschoff et Coste ont constaté le même fait chez les mammifères. Stein l'a observé chez plusieurs crustacés, de Quatrefages chez les Hermelles, Vogt chez les Firola, Krohn chez les Ascidies, etc.

M. Milne Edwards [1], exprimant dans son grand traité de physiologie l'opinion d'un grand nombre de physiologistes sur cette question, conclut de tous ces faits, que la disparition de la vésicule germinative est une conséquence de sa mort naturelle. Il y a longtemps déjà, M. Leuckart [2], exprimant en d'autres mots la même pensée, considère comme évident que la vésicule germinative joue un rôle important pour l'élaboration de l'œuf, mais non pas pour le développement de l'embryon.

Mais peu après la fécondation on voit reparaître au centre du vitellus un noyau pâle, présentant à peu près la taille et les caractères de la vésicule germinative. Ce noyau bientôt se divise, et les deux portions qui en résultent vont devenir les noyaux des globes vitellins. Il a été admis généralement que ce noyau est un corps de nouvelle formation, se développant au centre du vitellus par voie endogène, et représentant véritablement le noyau de la première cellule de l'embryon.

Mais en 1852, Jean Müller, l'illustre physiologiste dont tous les travaux sont si hautement estimés à raison de la scrupuleuse exactitude qu'il mettait dans toutes ses observations, déclarait que, dans l'œuf de l'*Entoconcha mirabilis,* la vésicule germinative ne disparaît pas, mais qu'elle se divise pour donner un noyau à chacun des deux premiers globes vitellins [3].

Presqu'en même temps M. Leydig observait le même fait chez plusieurs Rotateurs [4], et, dans son travail sur le développement des Puppipares, M. Leuckart s'exprime ainsi : « *Wir haben in neuerer Zeit (durch J. Müller, Gegenbauer, Leydig) ein Reihe von Beobachtungen kennen gelernt, die zu*

[1] Milne-Edwards, *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux*, t. VIII.

[2] Leuckart, Art « *Zeugung* » dans le « *Handwörterbuch der Physiologie* » de R. Wagner, p. 922.

[3] John Müller, *Ueber Synapta digitata und über die Erzeugung von Schnecken in Holothurien*, p. 17. Berlin, 1852.

[4] Fr. Leydig, *Ueber den Bau und die Systematische Stellung der Räderthiere.* ZEITSCHRIFT FÜR WISS. ZOOL., Bd. VI, p. 102.

beweisen scheinen, dass die Kerne der Furchungskugeln keine Neubildungen darstellen, sondern die Descendenten des primitiven Keimbläschens sind. Es liegt nach solchen Erfahrungen nahe, auch bei unserm Melophagus einen specifischen Zusammenhang zwischen den ersten hellen Flecken in der Dotterrindenschicht und dem Keimbläschen zu vermuthen, doch bin ich ausser Stande eine solche Vermuthung nur irgendwie durch meine Beobachtungen zu stützen [1]. »

Plus récemment M. Mecznikow a observé la division de la vésicule germinative chez les Cécidomyes et les Aphides, et il n'est guère possible de révoquer en doute, dit-il, la généralité de ce fait chez les insectes [2].

M. Pagenstecher a observé le même fait chez les *Trichines* et dans son récent travail : « *Die Menschlichen parasiten* » Leuckart déclare avoir observé que la vésicule germinative se divise chez plusieurs Nématodes qui ont les œufs transparents et en particulier chez les Oxyures [3].

Nous citerons encore l'opinion émise d'une manière tout à fait générale par M. Leydig dans son *Histologie comparée.* Voici comment il s'exprime : « *Der Furchungsprocess beginnt damit, dass der Kern der Eizelle (das Keimbläschen) sich theilt, worauf um die so entstandenen zwei Kerne der Dotter sich zu zwei Kugelhaufen (Furchungskugeln) gruppirt* [4]. »

M. Keferstein [5] a observé la division de la vésicule germinative chez certains Turbellariés (Leptoplana tremellaris).

M. Bessels a reconnu le même fait chez le Lombric et certaines Hirudinées, et, dans notre travail sur le mode de formation du blastoderme dans quelques groupes de crustacés, M. Émile Bessels et moi nous avons montré qu'il en est encore de même chez beaucoup de crustacés.

J'ai exposé plus haut mes observations sur le développement embryonnaire des Trématodes, où j'ai vu la cellule germinative se diviser tout en-

[1] Leuckart, *Die Fortpflanzung und Entwickelung der Pupiparen*, p. 67. Halle, 1858.

[2] Mecznikow, *Embryologische Studien an Insecten* (Zeitschrift für wiss. Zool.), Bd. XVI, p. 484.

[3] *Die Menschlichen Parasiten*, Bd. II, 2e Lief, p. 322.

[4] Leydig, *Lerhbüch der Histologie des Menschen und der Thiere*, p. 10. Frankfurt; 1857.

[5] Keferstein, *Beiträge zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte einiger Seeplanarien.* Göttingen, 1868.

tière, à la suite de la vésicule de Purkinje et du corpuscule de Wagner. L'œuf du *Distoma cygnoïdes* se prête tout particulièrement à l'observation des premiers phénomènes embryonnaires. Il est extrêmement petit, et comme le deutoplasme occupe l'un des pôles de l'œuf, le germe parfaitement transparent apparaît à l'autre pôle avec une netteté admirable. On peut observer avec une grande facilité tout ce qui se produit dans cette cellule protoplasmatique et voir le nucléole se diviser, le noyau suivre bientôt la division du nucléole, enfin la cellule tout entière donner naissance, en se divisant, aux deux premières cellules embryonnaires (pl. II, fig. 21 et suivantes).

La division de la vésicule germinative a donc été constatée d'une façon positive chez un bon nombre d'animaux appartenant à diverses classes du règne animal. Mais peut-on tirer de là la conclusion, que la division de la vésicule germinative est un phénomène général, et que sa disparition n'est qu'une simple apparence?

Si l'on considère que, dans les divers groupes que nous avons étudiés, le germe se forme partout de la même manière, que toujours il consiste en une cellule protoplasmatique ayant pour noyau la vésicule germinative, on sera tout naturellement porté à croire que partout cette cellule se conduit de la même manière pour former les premières cellules de l'embryon; et si, chez certains animaux, la multiplication de la cellule commence par celle de son noyau, à priori on pourra considérer comme probable qu'il en est de même partout, puisque partout le but à atteindre est le même : toujours il s'agit de former des cellules aux dépens d'une même cellule mère. On verra que l'étude des premiers phénomènes embryonnaires vient à l'appui de cette proposition: quelque variés qu'ils soient en apparence, ils consistent toujours essentiellement dans la multiplication par division de la cellule-œuf. La matière deutoplasmatique de l'œuf pourra prendre part à cette division, ou rester en dehors de la cellule pendant qu'elle se divise; mais toujours la cellule protoplasmatique se divise et *c'est toujours aux dépens du protoplasme de la cellule-œuf que se forme le corps des premières cellules embryonnaires.* A priori on sera porté à admettre, dès lors, que le *noyau de la cellule-œuf fournit,* en se divisant, *les noyaux des cellules embryonnaires,* alors surtout que l'observation directe a démontré que, dans certains cas, les choses se passent comme nous venons de le dire.

Mais peut-on accepter cette conclusion comme un fait général, puisque, dans un grand nombre de cas, la vésicule germinative disparaît à la vue avant que le premier fractionnement se produise?

Je ne crois pas que l'on puisse tirer du fait de la disparition apparente de la vésicule germinative la conclusion que le phénomène se produit réellement et mon opinion, qui est celle d'un bon nombre de physiologistes, est basée sur les faits suivants :

1° Les espèces chez lesquelles on a pu démontrer la division de la vésicule germinative sont toutes remarquables par la petitesse de leurs œufs ou la transparence de leur vitellus; témoin les *Trichines* et les *Oxyures* parmi les Nématodes, le *Distoma cygnoïdes*, parmi les Trématodes, l'*Entoconcha mirabilis*, parmi les Mollusques, etc. N'est-il pas à présumer, dès lors, que si chez les autres animaux du même groupe on n'a pu reconnaître la persistance de la vésicule germinative, c'est à cause du peu de transparence de l'œuf, qui tantôt dépend de ses dimensions considérables, tantôt de l'opacité du vitellus.

2° Nous avons pu faire cette observation, tout aussi bien chez les mammifères que chez certains animaux inférieurs (les Copépodes), que les noyaux des globes vitellins se conduisent absolument comme la vésicule germinative dans l'œuf primitif : ces noyaux, bien visibles au moment où un fractionnement vient de se produire, disparaissent peu à peu, pour reparaître de nouveau au moment où les globes vont subir une nouvelle segmentation [1]. Personne ne songera à soutenir que les noyaux des sphères de segmentation disparaissent réellement, pour être remplacés par de nouveaux noyaux, formés par voie endogène, et si la disparition de ces noyaux n'est qu'apparente dans les globes de 2e et de 3e ordre, il peut en être de même pour le noyau du globe vitellin primitif, de la vésicule germinative.

3° Je puis citer encore ici un fait, reconnu d'abord par un observateur de premier ordre et que j'ai pu constater par moi-même. Il prouve claire-

[1] Il est remarquable de voir toujours ces noyaux disparaître en même temps que les globes nouvellement formés commencent à s'affaisser l'un sur l'autre. Il est évident qu'à ce moment il s'opère des modifications dans le vitellus, et il est bien probable que ces modifications sont la cause de la disparition apparente de ces noyaux.



ment que dans certains cas les noyaux des cellules ordinaires semblent disparaître aussi avant la multiplication de ces cellules. M. Weissmann a observé que, chez les Diptères, on reconnaît clairement un noyau transparent dans les cellules du blastoderme, au moment où ces cellules viennent de s'individualiser. Mais, au moment où elles se disposent à se diviser, le noyau disparaît à la vue, et les portions qui résultent de sa division reparaissent dans les cellules filles.

4° Quand, après la disparition de la vésicule germinative, on voit paraître dans le vitellus primitif le noyau qui doit se diviser pour fournir les noyaux des deux premiers globes vitellins, *ce noyau apparaît tout à coup avec les dimensions que présentait la vésicule germinative,* au moment de sa disparition. Or, si réellement, comme on l'admet généralement, ce noyau se formait par génération endogène, on le verrait apparaître d'abord tout petit, puis grandir peu à peu.

Quelle peut être la cause de cette disparition apparente de la vésicule germinative? Il est clair que la cause doit se trouver, soit dans une modification du vitellus, soit dans des changements que subissent les caractères de la vésicule elle-même; il serait très-difficile de résoudre aujourd'hui la question d'une manière positive; mais il me paraît que les modifications que subit le vitellus à cette période de l'évolution de l'œuf suffisent pour expliquer cette disparition.

En résumé je considère non comme démontré, mais comme très-probable que la vésicule germinative se divise au lieu de disparaître, et que ses portions deviennent les noyaux des deux premiers globes vitellins. Un bon nombre d'observateurs ont constaté la persistance de cette vésicule dans des cas déterminés, et si, à certains moments, elle semble disparaître chez beaucoup d'animaux, ce n'est pas parce que la vésicule se fond réellement dans la masse vitelline, mais parce que des modifications subies par le vitellus la dérobent complétement à la vue.

Nous devons nous occuper maintenant de l'étude des premiers phénomènes qui se produisent dans l'œuf fécondé, afin de pouvoir résoudre la question de savoir quelles sont les relations qui existent entre l'œuf et les cellules em-

bryonnaires qui forment le blastoderme. Ces phénomènes, si différents en apparence, consistent toujours dans la multiplication par division de la cellule-œuf. Que le fractionnement du vitellus se produise, ou qu'il fasse défaut, que la segmentation soit totale ou partielle, toujours la multiplication par division du germe est le premier phénomène qui s'accomplit dans l'œuf fécondé. Les cellules du blastoderme sont partout des cellules filles, provenant d'une même cellule mère, et c'est toujours en se divisant que la cellule-œuf donne naissance aux premières cellules de l'embryon.

Quand nous avons étudié la constitution comparative de l'œuf, nous avons vu que les rapports entre le deutoplasme et le protoplasme sont extrêmement variés :

1° Tantôt les deux éléments constitutifs du vitellus sont intimement unis pour former une masse commune (Mammifères, Nématodes, Crustacés); 2° tantôt une partie seulement des éléments nutritifs sont unis à l'élément protoplasmatique, une autre partie en reste complétement séparée (Oiseaux, Reptiles, Plagiostomes, etc.); 3° quelquefois il y a séparation complète entre le deutoplasme et le protoplasme (Trématodes, Cestoïdes); 4° d'autres fois enfin, l'œuf ne renferme pas d'éléments nutritifs; il est réduit au germe (Cucullanus).

Il existe, comme nous allons le voir, un rapport intime entre la constitution de l'œuf et la manière dont s'accomplissent les premiers phénomènes embryonnaires.

Le protoplasme seul fait partie intégrante de la cellule-œuf; aussi *lui seul doit se diviser* quand la cellule se divise. Mais comme dans un certain nombre de cas le deutoplasme se trouve en suspension dans le protoplasme, il peut arriver que le deutoplasma prenne part à la division de la cellule-œuf, qu'il reste en suspension dans le protoplasme pendant que celui-ci se divise. Dans ce cas, il y a *fractionnement total* du vitellus.

Si, au contraire, une partie seulement des éléments nutritifs se trouvent en suspension dans le protoplasme, cette partie seule de la masse deutoplasmatique prendra part à la division de la cellule-œuf, et il y *aura fractionnement partiel.*

Mais s'il y a séparation complète entre le deutoplasme et la cellule-œuf,

celle-ci seule se divisant, il n'y a pas de fractionnement. Ceci se produit : 1° dans les œufs où, avant la fécondation, il y a séparation complète entre les deux principes constitutifs du vitellus, comme on l'observe chez les Trématodes et les Cestoïdes; 2° chez ceux où la séparation complète entre les deux principes constitutifs du vitellus est le premier phénomène qui s'accomplit dans l'œuf fécondé.

Il est clair qu'il n'y a pas de fractionnement, quand l'œuf est dépourvu d'éléments nutritifs ou deutoplasmatiques, ce qui a lieu chez le Cucullanus, par exemple.

I. — Développement avec fractionnement total du vitellus.

La segmentation du vitellus ne s'accomplit pas de la même manière dans tous les œufs qui subissent ce phénomène; de même que de la constitution du vitellus dépend l'existence ou la non-existence du fractionnement, de même des rapports entre le deutoplasme et le protoplasme découlent les variations qu'on observe dans les caractères de la segmentation.

La quantité des éléments nutritifs de l'œuf est plus ou moins considérable, suivant que ces éléments ont pour fonction de nourrir les premières cellules embryonnaires exclusivement, ou qu'ils sont chargés de nourrir l'embryon jusqu'au moment de sa naissance.

Dans le premier cas, que l'on observe chez les mammifères, par exemple, les éléments nutritifs sont complétement, ou à peu près complétement employés à la formation des cellules du blastoderme. Dans le second cas, au contraire, il s'opère, à un moment donné, une séparation entre les éléments nutritifs et l'élément protoplasmatique de l'œuf, et suivant que cette séparation s'accomplit plus ou moins tôt, on distingue le type du fractionnement réalisé chez certains crustacés, beaucoup de Mollusques, la plupart des Turbellariés et les Échinodermes, ou bien, celui qui a été observé par Jean Muller chez l'Entoconcha, par Vogt chez l'Actéon, par Gegenbauer chez plusieurs Ptéropodes et Hétéropodes, par Keferstein chez certaines Planaires marines, etc.

1° *Fractionnement et formation du blastoderme chez les mammifères* [1].

Après la division de la vésicule germinative, le vitellus se divise en deux globes, pourvus chacun d'un noyau de forme arrondie; les deux globes sont parfaitement indépendants l'un de l'autre. Ceux-ci se divisent à leur tour : il s'en forme 4, 8, 16, un plus grand nombre; toujours ils conservent leur forme arrondie; ils possèdent un noyau clair, et sont complétement dépourvus de membrane. Il résulte de cette forme des globes, que la sphère vitelline primitive s'est décomposée, à la fin du fractionnement, en un amas de petits globes d'un aspect framboisé, dont les uns forment une couche périphérique, tandis que les autres remplissent la cavité circonscrite par les premières.

Bientôt une cavité se forme à l'intérieur de cet amas de globes vitellins; cette cavité s'étend peu à peu; elle se remplit d'un liquide nutritif venu de l'extérieur, et bientôt les globes vitellins formeront une lame cellulaire unique qui est la couche blastodermique. A peu près tous les globes prennent part à la formation de cette membrane cellulaire; tous concourent à la formation du blastoderme. La couche blastodermique n'est plus épaissie qu'en un seul point, où quelques globes vitellins restent encore accolés à la lame blastodermique, unicellulaire sur la plus grande partie de son étendue. Peut-être est-ce en ce point que doit se former l'*area germinativa*. Le liquide qui remplit la cavité circonscrite par la lame blastodermique est venu de l'extérieur, et ne résulte aucunement de la fusion de globes vitellins en une masse nutritive centrale. Il ne peut y avoir destruction de cellules à ce moment, où toutes les forces de l'économie doivent tendre à en former.

[1] Barry, *Researches on Embryology*. Philos. Transact., 1839, p. 307; 1840, p. 529. — Bisschoff, Traité du développement de l'homme et des mammifères. — *Entwickelungsgeschichte des Kaninchen-Eies; — des Meerschweinchens, 1852; — des Hundes; — des Rehes, 1854.* — Reichert, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Meerschweinchens*. Berlin, 1868.

2° *Fractionnement et formation du blastoderme chez le Gammarus locusta.*

Nous prenons pour type le *Gammarus locusta,* dont le développement a été étudié par M. Émile Bessels et par moi-même : nulle part on ne voit aussi distinctement ce qui se passe dans l'œuf pendant le fractionnement du vitellus. La segmentation s'opère de telle manière, que tous les plans de division passent idéalement par le centre de l'œuf. Il en résulte que tous les segments affectent une forme pyramidale; avant que le fractionnement soit terminé, l'élément deutoplasmatique commence à se séparer de l'élément protoplasmatique; le deutoplasme s'accumule au centre en une masse nutritive non organisée. A la fin du fractionnement, il se produit dans chaque segment une séparation complète entre les deux éléments constitutifs du vitellus : l'élément protoplasmatique entraînant le noyau du globe se porte à la périphérie pour former une cellule blastodermique, et le deutoplasme s'amasse au centre de l'œuf.

La formation du blastoderme résulte de deux phénomènes distincts : 1° la multiplication par division de la cellule-œuf; 2° la séparation progressive des deux éléments constitutifs du vitellus.

Il résulte de là que chaque globe vitellin concourt à la formation du blastoderme, et il n'est pas nécessaire de recourir à une destruction de cellules, pour expliquer l'apparition, au centre du blastoderme, d'un amas de substances nutritives.

Chez les *Copépodes* [1] le fractionnement du vitellus et la formation du blastoderme se produisent de la même manière. Et quoique chez les Chondracanthes le fractionnement présente certaines particularités bien remarquables, le mode de formation du blastoderme est encore parfaitement identique, au fond, à celui que nous avons décrit chez les Amphipodes [2].

[1] Claus, *Zur Anat. und Entwick. der Copepoden.* TROSCHEL's ARCHIV., 1868, p. 39; Éd. Van Beneden et Émile Bessels, *Mémoires de l'Acad. roy. de Belg.,* t. XXXIV.

[2] Éd. Van Beneden et Émile Bessels. *Ibidem,* p. 33. — Nous avons constaté chez les *Chondracanthes* un mode de fractionnement tout particulier. A partir d'un certain moment, les globes vitellins, au lieu de se diviser en deux, se divisent directement en quatre. Il en résulte qu'au lieu de la série 2, 4, 8, 16, 32, 64, on observe chez eux la série 2, 4, 8, 32, 128. Les noyaux des globes se divisent directement en quatre portions.

Le fractionnement s'opère de la même manière chez la plupart des Mollusques, et le blastoderme semble égalcment se former chez ces animaux après un triage qui s'opère, comme chez le *Gammarus locusta,* entre les deux principes constitutifs du vitellus. Les Mollusques dont il est ici question sont très-nombreux : beaucoup de Gastéropodes [1], plusieurs Acéphales [2], des Tuniciers [3] et des Bryozoaires [4] sont dans ce cas.

Des observations semblables ont été faites chez les Annélides, par de Quatrefages, Milne-Edwards, Jules d'Udekem, Weber, Grube et Philippi; chez les Nématodes, par von Siebold, Bagge, Kölliker, Claparède, P.-J. Van Beneden, Leuckart, Schneider, etc., et j'ai fait voir que, chez ces animaux aussi, il s'opère à la fin du fractionnement une séparation entre les cellules du blastoderme et les éléments nutritifs qui s'accumulent dans la partie médiane du corps du jeune ver.

On peut en dire autant des *Sagitta,* dont le développement, grâce aux belles observations de M. Gegenbauer, est aujourd'hui très-bien connu.

Les observations de MM. Oscar Schmidt, Max Schultze, P.-J. Van Beneden, Knappert, Girard et de plusieurs autres naturalistes sur l'embryogénie des Turbellariés ont montré comment s'accomplit le fractionnement du vitellus chez ces animaux; et les recherches de ces divers auteurs, spécialement celles de M. Knappert, rendent très-probable l'opinion que, chez un grand nombre de Turbellariés, le blastoderme se forme absolument comme chez le *Gammarus locusta.*

[1] Le fractionnement a été observé chez les Mollusques Gastéropodes, par un grand nombre d'observateurs, parmi lesquels nous citerons MM. B. Dumortier, P.-J. Van Beneden et Windischmann, Nordman, Vogt, Lacaze-Duthiers, Gegenbauer, Lereboullet, etc. — Les figures qui ont été données par ces auteurs indiquent clairement, me semble-t-il, que chez un grand nombre de Mollusques Gastéropodes le blastoderme résulte aussi de la multiplication par division de la cellule-œuf, en même temps que de la séparation, dans chacun des globes, du protoplasme d'avec le deutoplasme de l'œuf.

[2] Koren et Daniellsen, Carus et plusieurs autres naturalistes ont observé le même fait chez les Acéphales.

[3] Löwig et Kölliker, Kowaliwsky et d'autres ont observé le fractionnement chez les Tuniciers.

[4] P.-J. Van Beneden, *Recherches sur l'anat., la physiol. et l'embryogénie des Bryozoaires.* Bruxelles, 1845. Il a observé le fractionnement total du vitellus chez les Pedicellina.



Il paraît encore en être ainsi chez les Échinodermes, dont les premiers phénomènes embryonnaires ont été étudiés par Al. Agassiz chez les Stellérides; par Derbès, chez les Oursins.

Enfin M. von Siebold, et après lui plusieurs autres naturalistes, ont constaté le fractionnement total du vitellus dans l'œuf des Méduses, et en particulier chez la *Medusa aurita*.

3° *Fractionnement du vitellus et formation du blastoderme chez l'Entoconcha mirabilis.*

Jean Muller, en étudiant le développement de ce Gastéropode si intéressant qu'il décrivit sous le nom de *Entoconcha mirabilis* et qu'il crut engendré par les *Synapta* sur lesquels il vit en commensal, découvrit un mode tout particulier de développement du blastoderme, qui a été observé depuis chez des animaux appartenant à différentes classes. Ce mode de développement est extrêmement remarquable, en ce qu'il fait la transition entre le fractionnement total et le fractionnement partiel du vitellus.

Après la division de la vésicule germinative, l'œuf se divise en deux portions, qui sont les deux premiers globes vitellins; ceux-ci se fractionnent à leur tour, et il s'en forme quatre parfaitement semblables.

Mais chacun de ces quatre globes, au lieu de se diviser de la même manière, donne naissance par une sorte de bourgeonnement à une cellule transparente, qui se constitue évidemment d'un liquide protoplasmatique, tenant en suspension un petit nombre d'éléments nutritifs, et renfermant un noyau qui dérive de la vésicule germinative.

Jean Muller n'a pas vu comment ces quatre cellules se développent; mais M. Gegenbauer, qui a observé le même mode de développement chez plusieurs Ptéropodes et Hétéropodes [1], et Keferstein, qui l'a constaté chez le *Leptoplana tremellaris* [2], ont vu ces cellules se former par bourgeonnement aux dépens des globes vitellins.

[1] Gegenbauer, *Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden.*
[2] Keferstein, *Beiträge zur Anat. und Entwick. einiger Seeplanarien.*



Rathke a observé chez les Nephelis un phénomène tout à fait analogue [1], et M. Girard [2] a constaté chez *le Polycelis variabilis* et d'autres Turbellariés, le même mode de fractionnement.

Ce que nous venons de dire de la composition de ces quatre petits globes qui sont les premières cellules embryonnaires ressort clairement des descriptions et des figures que ces auteurs en ont données.

Ces quatre cellules, une fois isolées, se multiplient rapidement, tandis que les quatre globes primitifs, réduits aux éléments nutritifs du vitellus, se fondent les uns dans les autres, après un temps plus ou moins long.

L'amas de matières nutritives qui en résulte s'entoure ainsi petit à petit d'une couche cellulaire, qui s'étend progressivement à partir du point où avaient apparu d'abord les cellules émanées des quatre globes vitellins, et finit par englober complétement le deutoplasme.

On reconnaît clairement dans ce mode de développement la transition entre le fractionnement total et le fractionnement partiel. D'abord, tout le vitellus se divise; mais quand il s'est formé quatre globes, une grande partie des éléments nutritifs se sépare du protoplasme, et ne prend plus part au fractionnement qui, dès lors, devient partiel [3].

II. — Développement avec fractionnement partiel.

Si, dans les premiers temps de leur développement, l'œuf des oiseaux et le follicule où il se trouve niché présentent, avec le jeune œuf et le jeune follicule des Mammifères, la plus grande ressemblance, il n'en est plus ainsi quand ces œufs sont arrivés à leur entier développement. Anatomiquement il existe encore des analogies; l'œuf de l'oiseau est une cellule, aussi bien que celui des Mammifères; mais c'est une cellule colossalement développée. Au point de vue physiologique une partie seulement de l'œuf de l'oiseau, la cicatricule, répond à l'œuf des Mammifères. Le jaune est une partie inerte,

[1] Rathke, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Hirudineen* (publié par Leuckart). Leipzig, 1862.

[2] Girard, *Researches upon Nemertians and Planarians*. Philadelphia, 1854.

[3] J'ai observé chez les *Sacculina* le même mode de développement.



si je puis m'exprimer ainsi; il est un amas de matières nutritives, destiné à nourrir l'embryon et joue dans l'histoire du développement un rôle purement passif. Le protoplasme de la cicatricule tient en suspension d'autres éléments nutritifs, qui doivent être utilisés immédiatement pour nourrir les cellules du blastoderme et, à ce point de vue, ils correspondent aux éléments deutoplasmatiques de l'œuf des Mammifères.

La cicatricule, pourvue de la vésicule germinative, noyau de la cellule-œuf, est donc formée de protoplasme et d'éléments nutritifs; elle répond donc physiologiquement à l'œuf des Mammifères. C'est la cicatricule qui subit le fractionnement, et comme tout le deutoplasme ne prend pas part à la division de la cellule, le fractionnement est dit *partiel.*

On a cru pendant longtemps que chez les oiseaux ce phénomène ne se produisait pas; mais les recherches de Bergmann et de Coste [1] ont fait voir que ces animaux ne constituent pas sous ce rapport une exception dans l'embranchement des vertébrés, et l'on sait aujourd'hui que l'œuf des Reptiles et des poissons plagiostomes présente des phénomènes analogues.

Depuis longtemps on avait observé un fractionnement partiel dans l'œuf des poissons osseux [2], et M. Kölliker [3] avait découvert chez les Céphalopodes un mode de fractionnement tout à fait semblable à celui que plus tard Bergmann et Coste firent connaître chez les oiseaux.

Depuis cette époque le développement partiel du vitellus a été étudié par Clark [4] chez les Chéloniens et par Lereboullet [5] chez le Lézard.

[1] Bergmann et Coste, *Histoire gén. et part. du développement des corps organisés.* Paris, 1847.

Coste, *Recherches sur la segmentation de la cicatricule chez les oiseaux, les reptiles écailleux et les poissons cartilagineux.* Comptes rendus de l'Acad. des sc., t. XXX, p. 638.

[2] Rusconi. *Lettre sur les changements que les œufs des poissons éprouvent avant qu'ils aient atteint la forme d'un embryon.* Ann. des sc. nat., 2e série, 1836, t. V.

Plus récemment le fractionnement partiel a été observé par Vogt, Agassiz, Ransom et plusieurs autres naturalistes. Vogt, *Embryogénie des Salmones*, p. 39 et suiv. — Agassiz, *Hist. nat. des poissons d'eau douce de l'Europe centrale.* — Ransom, *Observations on the ovum of osseous Fisches.* Philos. trans., vol. 157, 1867.

[3] Kölliker, *Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden.* Zurich, 1844.

[4] Clark, *Embryology of the turtle ovum.* — Agassiz, *Contrib. to the nat. hist. of the United States*, t. II.

[5] Lereboullet, *Recherches sur le développement du Lézard.* Ann. des sc. nat., 4e sér., t. XVIII, 1862.



La cicatricule, ou couche proligère de l'œuf de la poule, commence à subir le phénomène de la segmentation, aussitôt qu'il est arrivé dans cette partie de l'oviducte, où les membranes coquillières commencent à se former. La segmentation s'opère par la formation de sillons se coupant à angle droit et divisant successivement la cicatricule en deux, quatre et huit segments, ayant chacun une forme triangulaire. Tous ces triangles ont leur sommet placé au centre de la cicatricule, et leurs axes rayonnent à partir de ce point central. A ce moment il s'opère vers le sommet du triangle une section ayant pour résultat d'isoler au centre de la cicatricule huit petits globes pourvus chacun d'un noyau. Les segments continuent à se diviser par des sillons dirigés dans le sens du rayon de la cicatricule, et bientôt une deuxième et puis une troisième section s'opèrent aux dépens de la partie centrale de ces segments. Le nombre des petits globes qui se forment au centre de la cicatricule augmente donc rapidement, et il est à remarquer que tous ces globes sont pourvus d'un noyau parfaitement distinct.

Le phénomène se continue de la même manière et les premiers globes centraux se multipliant par division, il arrive un moment où la cicatricule primitive s'est transformée en une infinité de petits globes qui sont autant de cellules distinctes et constituent la première lame cellulaire de l'embryon, le blastoderme.

Le fractionnement du vitellus et la formation du blastoderme s'opèrent à peu près de la même manière chez les Céphalopodes; seulement, dès le début la couche proligère y est plus chargée d'éléments nutritifs que la cicatricule des oiseaux; et tandis que chez les vertébrés la cicatricule existe déjà dans l'œuf ovarien, bien avant la fécondation, elle n'apparait qu'après la fécondation chez les Céphalopodes (Kölliker). Les globes cellulaires qui se forment au centre de la couche, par section de la pointe centrale des segments triangulaires disposés en rayonnant, sont presque exclusivement formés de matière protoplasmatique. Les segments perdent donc peu à peu tout leur protoplasme, qui est employé à former les cellules du centre, et il arrive un moment où ils ne se constituent plus que d'éléments nutritifs; alors ils se fondent les uns dans les autres pour s'unir au reste du deutoplasme, qui constitue le jaune proprement dit.

Les globes protoplasmatiques, formant la zone centrale de la couche proligère primitive, sont de véritables cellules protoplasmatiques à noyau et à nucléole. M. Kölliker appelait ces noyaux *les cellules embryonnaires* et il considérait le corps des cellules comme étant une couche de substance nutritive, entourant chaque cellule embryonnaire.

Chez les Reptiles, les poissons Plagiostomes, voire même chez les poissons osseux, le fractionnement s'opère comme chez les oiseaux, sauf quelques variétés de détail. Cependant, chez les poissons osseux, la formation du disque proligère semble se produire seulement après la fécondation; jusqu'à ce moment il y avait fusion plus ou moins complète entre les deux principes constitutifs du vitellus, et les éléments nutritifs se trouvaient tous en suspension dans le protoplasme. C'est là ce qui explique comment tout le globe vitellin présente, avant la fécondation, les mouvements amœboïdes que M. Reichert et tout récemment M. Ransom [1] y ont constatés.

Les poissons osseux font, à ce point de vue, la transition entre les Plagiostomes et les Cyclostomes qui subissent le fractionnement total.

D'après les belles recherches de M. Max Schultze [2], les Myxinoïdes présentent le fractionnement total du vitellus, et une séparation entre le deutoplasme et le protoplasme des cellules embryonnaires s'opère probablement au moment de la formation du blastoderme. J'ai pu suivre moi-même le fractionnement total du vitellus sur des œufs, artificiellement fécondés, du *Petromyzon Planeri*.

Chez les Plagiostomes comme chez les oiseaux, la cicatricule existe dans l'œuf ovarien bien avant la fécondation.

Chez les Myxinoïdes, la séparation entre l'élément protoplasmatique et l'élément nutritif se fait longtemps après la fécondation, à la fin du fractionnement. Chez les poissons osseux, la cicatricule se forme immédiatement après la fécondation; chez les Plagiostomes elle existe déjà dans l'œuf ovarien.

Rapports entre le fractionnement total et le fractionnement partiel. — Au

[1] Ransom, *Observations on the ovum of osseous Fisches*. PHILOSOPH. TRANSACT., vol. 157, part. II, 1857.

[2] Max Schultze, *Entwickelungsgeschichte der Myxinoïden*.



fond, le fractionnement partiel du vitellus ne diffère guère du fractionnement total; dans l'un comme dans l'autre cas, la cellule-œuf se divise; mais, tandis que dans le fractionnement total, tout le deutoplasme reste en suspension dans le protoplasme de la cellule-œuf, pendant qu'elle se divise, on voit, dans les cas de fractionnement partiel, une partie seulement du deutoplasme prendre part à la division de la cellule-œuf.

Chez les animaux où l'on observe le fractionnement total du vitellus, il se produit quelquefois, pendant que s'accomplit le phénomène, une séparation progressive, entre le protoplasme et le deutoplasme de l'œuf (*Gammarus locusta*). Mais il peut arriver aussi que cette séparation ne s'effectue pas, et que les matières nutritives en suspension dans le protoplasme suffisent à peine pour nourrir les premières cellules de l'embryon (Mammifères) : Ils sont complétement employés à la production des forces vives nécessaires à la formation des cellules blastodermiques. Ces deux cas peuvent se présenter aussi quand il y a fractionnement partiel : chez les oiseaux, toute la cicatricule se transforme en cellules embryonnaires; chez les Céphalopodes il s'opère pendant la segmentation de la cicatricule une séparation progressive entre les cellules protoplasmatiques et les éléments nutritifs de la couche proligère.

Dans le cas de fractionnement total, le *Gammarus locusta* et les animaux où le fractionnement s'opère de la même manière sont donc aux Mammifères ce que, dans le cas de fractionnement partiel, les Céphalopodes sont aux oiseaux.

Le fractionnement partiel aux dépens d'une cicatricule constituée d'une matière protoplasmatique tenant en suspension un certain nombre d'éléments nutritifs s'observe encore chez quelques Crustacés tels que les Mysis, les Nebalia, etc.

3° *Développement sans fractionnement du vitellus.*

Dans le groupe des Nématodes j'ai signalé un animal extrêmement remarquable, le *Cucullanus elegans*, dont l'œuf se distingue en ce qu'il est réduit à ses parties essentielles, celles qui font partie intégrante de la cellule-

œuf. Le vitellus est réduit au protoplasme qui jamais ne se charge d'éléments nutritifs.

Dans l'œuf de tous les Trématodes et de tous les Cestoïdes, le vitellus se constitue des deux éléments que l'on trouve dans l'œuf de la plupart des animaux; mais, tandis que presque toujours ces deux éléments sont unis et confondus, ils restent complétement distincts chez les Trématodes et les Cestoïdes, et l'œuf se constitue d'une cellule protoplasmatique, plongée dans un amas de substances nutritives.

Dans l'œuf d'un certain nombre d'articulés, parmi lesquels on peut citer les *Ligia*, les *Oniscus*, et la plupart des *Lernéens* (*Clavella*, *Congericola*, *Eudactylina*), il s'opère immédiatement après la fécondation, une séparation complète entre les deux éléments constitutifs du vitellus: le protoplasme se porte au centre de l'œuf autour de la vésicule germinative, tandis que l'élément nutritif est refoulé à la périphérie. A ce moment les œufs de ces Crustacés sont assimilables, en tous points, à ceux des Trématodes et des Cestoïdes.

On comprend parfaitement, que dans tous ces cas, le deutoplasme, ne faisant plus partie de la cellule-œuf et se trouvant en dehors d'elle, ne prenne pas part à sa division, et qu'il n'y ait pas dans ces œufs de *fractionnement du vitellus*.

Chez les Trématodes comme chez les Cestoïdes, la cellule germinative se divise, et sa division commence par la multiplication de son nucléole, le corpuscule de Wagner; puis la vésicule germinative se divise à son tour, enfin toute la cellule se multiplie. Il se forme ainsi deux cellules embryonnaires, qui se multiplient de la même manière; il s'en forme 4, 8, un plus grand nombre. Ces cellules se nourrissent aux dépens du deutoplasme qui les baigne et qu'elles finissent par absorber complétement; alors elles remplissent à elles seules toute la capacité de l'œuf; cet amas de cellules se recouvre d'une robe ciliée, et l'embryon est prêt à sortir de l'œuf.

Les premiers phénomènes embryonnaires s'accomplissent de la même manière chez le *Cucullanus*; seulement, à mesure qu'elles se forment, les cellules reçoivent du dehors leur nourriture qui est très-probablement un produit de sécrétion des cellules de la matrice. Toujours est-il que l'œuf s'accroît



énormément pendant que l'évolution de l'embryon s'accomplit, et qu'à la fin du développement de l'embryon le volume de l'œuf est dix fois plus considérable que celui de l'œuf primitif.

Chez les *Ligia* et les *Oniscus*, de même que chez beaucoup de Lernéens, les *Anchorella*, les *Clavella*, les *Eudactylina*, les *Caligus*, etc., le vitellus ne subit pas non plus de fractionnement. Après la fécondation il s'opère une séparation complète entre les deux éléments constitutifs du vitellus; le protoplasme s'amasse autour de la vésicule germinative. Bientôt le germe isolé se divise; il se forme 2, 4, 8 cellules embryonnaires, et l'on voit une petite masse cellulaire, traverser le deutoplasme, arriver à la surface de l'œuf pour se multiplier encore et donner naissance à une zone cellulaire, qui, en s'étendant progressivement, finit par englober complétement l'amas deutoplasmatique qui devient alors central.

Le développement s'opère aussi sans fractionnement dans toute une catégorie d'articulés comprenant les Arachnides [1] étudiés par M. Claparède, certains Amphipodes, tels que le *Gammarus pulex* [2], le *Gammarus fluvialis* [3] et peut-être tous les Amphipodes d'eau douce, enfin, certains Décapodes comme l'*Astacus fluviatilis* [4], dont le développement a été étudié par l'un des maîtres de l'embryogénie, par l'illustre Rathke.

Il résulte des observations de M. de la Valette St-George sur le *Gammarus pulex*, de celles que nous avons faites sur le *Gammarus fluviatilis* et des recherches de M. Claparède sur le développement des Arachnides, qu'il se produit ici, immédiatement après la fécondation, *une séparation partielle* entre l'élément protoplasmatique et les éléments nutritifs du vitellus. Bientôt la vésicule germinative se divise en 2, 4, 8 et en un plus grand nombre de parties, qui, entourées d'une couche protoplasmatique distincte, qui s'accroît progressivement, *se portent en divergeant* vers la périphérie de l'œuf. Ces

[1] Ed. Claparède, *Recherches sur l'évolution des Araignées.* Utrecht, 1862.

[2] De la Vallette St-George, *Studien über die Entwickelung der Amphipoden.* Halle, 1860.

[3] Édouard Van Beneden et Émile Bessels, *Mém. de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XXXIV.

[4] Rathke. *Recherches sur le développement de l'Écrevisse.* Ann. des sc. nat., t. XX, 1830, pl. V, fig. I.

cellules protoplasmatiques arrivent à la surface, où elles apparaissent sous la forme de taches blanches, qui contrastent avec le fond jaune, vert, brun ou violet du vitellus; elles sont d'abord complétement séparées les unes des autres. A ce moment la séparation entre les deux éléments constitutifs du vitellus n'est pas encore complète; les restes du protoplasme, encore unis aux éléments nutritifs, subissent, de la part des cellules protoplasmatiques de la périphérie, une sorte d'attraction d'où il résulte : 1° que les cellules embryonnaires grandissent et, 2°, qu'au bout d'un certain temps le protoplasme s'est complétement séparé des éléments nutritifs du vitellus primitif. Ces cellules se délimitent de plus en plus nettement, se multiplient par division, et finissent par former autour du deutoplasme une couche cellulaire continue.

En résumé donc, la vésicule germinative se divise en un grand nombre de noyaux distincts les uns des autres, avant que le protoplasme se délimite nettement autour de ces noyaux, pour former des cellules distinctes.

Le blastoderme consiste d'abord en un certain nombre de cellules distinctes par leur noyau, mais plus ou moins confondues par leur contenu en une masse protoplasmatique commune. Il est clair que le deutoplasme ne prend nullement part à la division de la cellule-œuf, et que, par conséquent, il n'y a pas ici de fractionnement.

Ce mode de formation du blastoderme est très-voisin de celui que M. Mecznikow a décrit chez les Cécidomyes et les Aphides, avec cette seule différence que, chez ces insectes, les fractions de la vésicule germinative se portent à la périphérie de l'œuf, *sans être entourées d'une couche distincte de matière protoplasmatique.* Mais quand elles sont près de la périphérie de l'œuf, alors la séparation entre les deux éléments constitutifs du vitellus s'opère; le protoplasme se porte à la périphérie pour y former une zone protoplasmatique commune, entourant de toutes parts la masse deutoplasmatique, qui s'accumule au centre. Plus tard, cette zone protoplasmatique, d'abord commune, se divise autour des noyaux pour former autour de chacun d'eux une cellule distincte.

Tout nous porte à croire avec M. Mecznikow, que le blastoderme se forme de la même manière chez tous les insectes. Le blastème de M. Weissmann

n'est très-probablement que le protoplasme de la cellule-œuf, se séparant à un moment donné des éléments deutoplasmatiques, pour constituer à la périphérie de l'œuf une zone continue, et il est bien difficile d'admettre la formation libre des noyaux dans ce blastème.

Le blastoderme ne se produit donc pas chez les insectes à la suite d'un fractionnement du vitellus. Le protoplasme se sépare complétement du deutoplasme avant de se diviser pour former les cellules blastodermiques.

Résumé. — Partout les premiers phénomènes embryonnaires consistent dans la multiplication par division de la cellule-œuf, qui est constituée d'un corps protoplasmatique, d'un noyau vésiculaire (la vésicule germinative) et d'un nucléole (le corpuscule de Wagner).

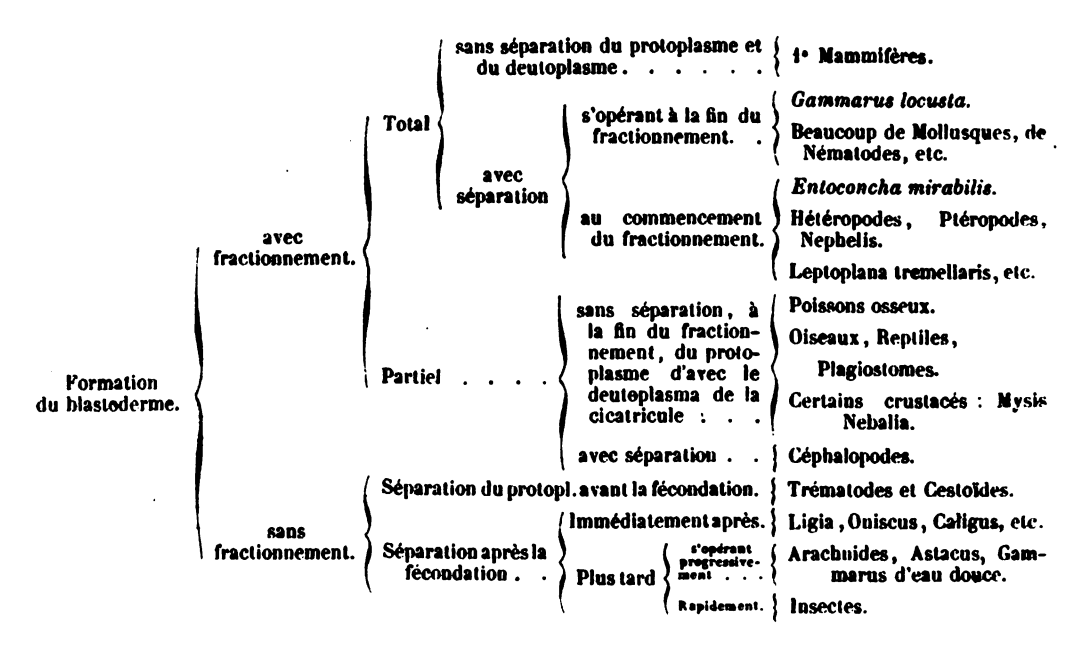
Le deutoplasme formé d'un ensemble d'éléments nutritifs ne fait pas partie intégrante de la cellule-œuf. Il peut prendre part à la division du germe s'il se trouve en suspension dans le protoplasme; dans ce cas, il y a fractionnement. Il est *total,* si tous les éléments nutritifs prennent part à la division de la cellule-œuf; il est dit *partiel,* si une partie seulement du deutoplasme reste en suspension dans le protoplasme pendant que la cellule-œuf se multiplie.

Mais dans beaucoup d'œufs le deutoplasme ne prend point part à la division du germe, soit qu'il ait été séparé du protoplasme avant la fécondation, soit qu'il s'en sépare immédiatement après.

Les œufs qui présentent le fractionnement partiel, où une partie du deutoplasme prend part à la division de la cellule, font la transition entre ceux qui présentent le fractionnement total, où tous les éléments nutritifs restent en suspension dans le protoplasme pendant que la cellule-œuf se divise, et ceux où la substance nutritive ne participe pas à la multiplication de la cellule.

Le fractionnement total, comme le fractionnement partiel, ne s'accomplit pas toujours de la même manière. Certaines différences dépendent de la quantité plus ou moins considérable d'éléments nutritifs en suspension dans le protoplasme, et quand le blastoderme se développe sans fractionnement, on observe dans son mode de formation des différences assez considérables.

Le tableau suivant résume ces différences, en montrant les rapports que nous avons signalés entre les différents modes de formation du blastoderme.



Il suffit de jeter un coup d'œil sur ce tableau, pour voir que l'on ne peut fonder sur l'existence ou la non-existence du fractionnement, ni sur les caractères de ce phénomène, ni sur le mode de formation du blastoderme, une classification des animaux. Certains Gammarus présentent le fractionnement total, d'autres n'en montrent aucune trace; chez certains Gastéropodes, comme *l'Entoconcha,* le fractionnement s'opère tout autrement que chez la généralité de ces animaux. Le blastoderme se forme d'après un procédé tout différent chez le *Gammarus locusta* et chez les Gammarus d'eau douce; tout autrement chez le *Leptoplana tremellaris* que chez la plupart des Planaires.

TROISIÈME PARTIE.

SIGNIFICATION DE L'OEUF ET DES DIVERSES PARTIES QUI LE CONSTITUENT.

Ce ne fut qu'après l'apparition des mémorables travaux de von Baër, Purkinje, R. Wagner, Coste, Prévost, Dumas et Rusconi sur les animaux vertébrés; de Rathke, Hérold, von Siebold et P.-J. Van Beneden sur les animaux inférieurs que les bases de l'ovologie et de l'embryogénie comparée furent définitivement jetées. La constitution de l'œuf des animaux supérieurs et d'un certain nombre d'animaux inférieurs était connue, et l'on entrevoyait que partout l'œuf se constitue des mêmes parties essentielles : d'une membrane, d'un vitellus et d'une vésicule germinative, tenant en suspension un ou plusieurs corpuscules réfringents. D'un autre côté, le fractionnement que Prévost et Dumas avaient constaté chez les Batraciens, venait d'être découvert chez des poissons par Rusconi et von Baër; von Siebold venait de le signaler chez des Nématodes; Dumortier, Van Beneden et Windischman chez des Gastéropodes.

Mais quel mystère que cette segmentation, s'opérant partout avec les mêmes caractères ! Quelle relation pouvait-elle avoir avec la formation de l'embryon, et quel pouvait être son but? C'était là une énigme qui paraissait impénétrable, et l'on ne savait pas plus pourquoi le vitellus se divise qu'on ne devinait pourquoi l'œuf renferme une vésicule destinée à disparaître. Rien ne faisait comprendre la signification de l'œuf.

Mais en 1839 parut le livre de M. Schwann, et la découverte que tous les tissus des animaux procèdent de cellules devait opérer dans la science une révolution radicale : la théorie cellulaire de M. Schwann devait jeter sur l'anatomie et la physiologie, aussi bien que sur l'embryogénie, une lumière toute nouvelle, et suffire à immortaliser le nom de son auteur.

La théorie cellulaire fut établie, et l'obscurité profonde qui entourait la question de la signification de l'œuf et le but du fractionnement disparut en même temps. Se basant sur l'étude de sa constitution, M. Schwann proclama le premier que l'œuf est une cellule; et comme tous les tissus ne sont qu'un composé de cellules, il devenait clair que le but de la segmentation était de multiplier la cellule-œuf. Bergmann, Reichert et Remak contribuèrent surtout à montrer le rôle que joue la segmentation dans la production des cellules.

Mais si un grand nombre de physiologistes, à l'exemple de M. Schwann, considèrent l'œuf comme une cellule simple, d'autres, avec Henle, regardent l'œuf comme un composé de cellules, et voient dans la vésicule germinative une cellule complète. Dans le nombre nous citerons Bischoff, Steinlein, Stein, etc.

Il est nécessaire de maintenir le milieu entre les deux opinions, et de considérer certains œufs comme des cellules simples, d'autres comme des cellules complexes. Peut-on, par exemple, considérer comme une cellule simple l'œuf des Trématodes et des Cestoïdes, quand on le voit se former par l'union dans une coque commune d'une cellule protoplasmatique et d'autres cellules, formées par des glandes distinctes, qui ont porté à tort le nom de vitellogènes?

L'étude que nous avons faite du mode de formation de l'œuf et des premiers phénomènes embryonnaires donne clairement la solution du problème.

Dans tout œuf, qu'il soit de Mammifère ou d'oiseau, de Crustacé ou de Trématode, nous trouvons une cellule protoplasmatique, dont la vésicule germinative est le noyau, le corpuscule de Wagner le nucléole. Cette cellule, que nous avons appelée le germe ou cellule-œuf, et que l'on peut considérer comme étant la première cellule de l'embryon, *se forme partout de la même manière; elle présente toujours les mêmes caractères, et donne naissance, en se divisant, aux premières cellules* de *l'embryon.*

Mais le vitellus de l'œuf se constitue de deux éléments : l'un, protoplasmatique, représente le corps de la cellule-œuf; l'autre, nutritif, forme ce que nous avons appelé le *deutoplasme* de l'œuf. Ce deutoplasme est la partie accessoire du vitellus; aussi le voyons-nous manquer quelquefois, naître dif-

féremment, présenter avec le protoplasme des rapports bien peu uniformes, et se conduire bien différemment dans le cours des premiers phénomènes embryonnaires.

Formation. — Tantôt il prend naissance à l'intérieur même du protoplasme, et il est élaboré par la cellule-œuf elle-même; d'autres fois il est formé par des cellules spéciales, soit dans une glande particulière (deutoplasmigène), soit dans la même glande où se forment les germes, mais dans une partie spéciale de cet organe.

Rapports avec le protoplasme de la cellule-œuf. — Tantôt il se trouve dans l'œuf mûr, en suspension dans le protoplasme; tantôt il ne se confond pas avec lui. Quelquefois il est formé de cellules parfaitement caractérisées; le plus souvent il se constitue de gouttelettes et de granules réfringents ou bien encore d'éléments vésiculaires, qui n'ont rien de commun avec de vraies cellules.

Rôle dans le développement. — Enfin, nous l'avons vu se conduire très-différemment pendant que s'accomplissent les premiers phénomènes embryonnaires; mais toujours sa fonction est la même : il joue un rôle purement passif; il sert à nourrir le blastoderme et l'embryon et à fournir, par la combustion des éléments dont il se constitue, les forces nécessaires à la production de tous les éléments de l'embryon et à l'accomplissement de tous les phénomènes de la vie fœtale.

Ce deutoplasme, qui fait quelquefois défaut, peut être formé de cellules distinctes et prendre naissance dans un organe spécial; et, quoiqu'il fasse partie de l'*œuf,* il ne peut être regardé comme une partie intégrante de la *cellule-œuf.*

Il en résulte que la proposition généralement admise : « *tout œuf est une cellule,* » n'est pas empreinte de ce cachet d'exactitude qui doit caractériser tout principe scientifique.

Mais *dans tout œuf il existe une* CELLULE-OEUF, *un germe qui est la première cellule de l'embryon.*

A côté de cette cellule, il existe dans l'œuf un amas de matières nutritives

pouvant se trouver mélangées avec le protoplasme de la cellule-œuf et se former à son intérieur, comme cela s'observe chez beaucoup d'animaux vertébrés. Dans ce cas on peut le comprendre dans la cellule, et dire avec Schwann, qui a eu spécialement en vue les animaux vertébrés, que l'*œuf est une cellule*.

Mais si le deutoplasme se trouve en dehors de la cellule-œuf, il ne peut être considéré comme faisant partie intégrante du germe, et lui-même peut être composé de cellules, comme nous en voyons des exemples chez plusieurs animaux inférieurs qui se distinguent par leur extrême fécondité. Dans ce cas, évidemment, l'œuf n'est pas une cellule, mais un agrégat de cellules.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I.

Amphistoma subclavatum.

Fig. 1. Germigène. Gr. = 350. Le fond de la glande est occupé par les noyaux cellulaires (vésicules germinatives) en suspension dans un protoplasme commun *b*. Au point d'origine du germiducte on voit les cellules germinatives *c*; elles ont pour noyau la vésicule germinative, pour nucléole le corpuscule de Wagner. Celui-ci présente une tache claire. La glande est entourée d'une couche de tissu conjonctif *a*.

— 2. Appareil sexuel femelle à un faible grossissement.

gg, germigène;
gd, germiducte;
pg, deutoplasmigène;
pd, deutoplasmiducte;
ps, deutoplasmisac;
ov, oviducte; *a* et *b* sont deux jeunes œufs en voie de formation, que nous avons représentés grossis, fig. 9 et 10.
c est un œuf nouvellement formé, revêtu de sa coque et qui subit la fécondation. Nous l'avons représenté plus fortement grossi à la fig. 11.

— 3. Terminaison, dans l'oviducte, du germiducte et du deutoplasmiducte.

gd, germiducte;
pd, deutoplasmiducte;
od, oviducte;
c, cercle de cils vibratiles;
o, œuf en voie de formation.

— 4. Contenu d'une vésicule deutoplasmigène. Cellules qui élaborent le deutoplasme à divers degrés de développement.

— 5. Développement des cellules deutoplasmatiques.

— 6. Cellules du *deutoplasmisac*, rompues par la compression. On reconnait qu'elles étaient circonscrites par une membrane véritable, et qu'elles sont pourvues d'un noyau à nucléole.



Fig. 7. Vésicule deutoplasmigène au grossissement de 350. On reconnait à la périphérie une couche de cellules plus pâles, représentant l'épithéléon.

— 8. Cellules germinatives à différents états de développement. Elles se forment aux dépens d'un protoplasme à noyaux, représenté en *a*.

— 9 et 10. OEufs en voie de formation.

— 11. OEuf nouvellement formé. A l'un des pôles on reconnait la cellule germinative en partie entourée de cellules deutoplasmatiques. Au pôle opposé on trouve le micropyle, qu'entoure un véritable cône de spermatozoïdes.

— 12, 13 et 14. OEufs fécondés montrant la désorganisation progressive des cellules deutoplasmatiques. La cellule germinative s'écarte peu à peu du pôle de l'œuf.

— 14. On voit apparaitre, à la surface de la cellule allongée, le sillon qui doit la diviser en deux parties inégales.

— 15-21. OEufs montrant les divisions successives de la cellule germinative. La fig. 20 montre le commencement du fendillement du deutoplasme.

PLANCHE II.

1-6. *Amphistoma subclavatum*. — 7-15. *Polystomum integerrimum*. — 16-31. *Distoma cygnoïdes*.

Fig. 1. OEuf de l'*Amphistoma subclavatum*, montrant le deutoplasme fendillé, formant de petites masses irrégulières. Il entoure de tous côtés un amas de petites cellules provenant toutes de la multiplication par division de la cellule germinative.

— 2. Un œuf un peu plus avancé; on ne distingue plus aussi nettement les cellules embryonnaires.

— 3. OEuf au même état de développement, écrasé. Il renfermait déjà un embryon cilié, qu'on reconnait à côté des débris de la coque.

— 4-5. OEufs renfermant des embryons plus avancés dans leur développement. Le reste de la matière nutritive est refoulé à droite.

— 6. Un embryon cilié qui a atteint le terme de son développement. On voit que la masse cellulaire qui le constitue est indépendante de la robe ciliée.

— 6bis. Cellules du même isolées et fortement grossies (450).

— 7. Germigène du *Polystomum integerrimum* vu à un faible grossissement. A côté de lui nous avons dessiné un œuf, vu au même grossissement, pour montrer leurs dimensions relatives.

a, germigène;
b, œuf;
c, cellule germinative mûre.

— 8. Protoplasme à noyaux aux dépens duquel se forment les germes. On distingue des noyaux en voie de multiplication par division (gr. 350).

— 9. Cellules germinatives fortement développées encore insérées autour d'une masse protoplasmatique commune, une sorte de rachis (gr. 350).



Fig. 10. Amas de cellules germinatives arrivées à maturité, montrant la forme et la disposition qu'elles affectent, si on les examine immédiatement après qu'on a rompu les parois du germigène.
— 11. Cellules germinatives inégalement développées.
— 12. Formes successives affectées par une même cellule, montrant manifestement qu'elle est dépourvue de membrane.
— 13. Cellules deutoplasmatiques à différents états de développement.
— 14. OEuf nouvellement formé. Les cellules deutoplasmatiques ne sont pas encore désorganisées.
— 15. OEuf plus avancé. Les cellules deutoplasmatiques se sont fondues en une masse commune. La cellule germinative n'occupe plus l'un des pôles de l'œuf. Elle est entourée de tous côtés de matières nutritives. Près de l'un des pôles de l'œuf on reconnaît un épaississement de la coque.

16-31. *Distoma cygnoïdes.*

— 16. Protoplasme à noyaux aux dépens duquel se forment les germes.
— 17-18. Cellules germinatives à différents états de développement. La fig. 18 montre que les germes à maturité peuvent se multiplier par division.
— 19-20. OEufs mûrs montrant les deux positions que la cellule germinative peut occuper relativement au deutoplasme.
— 21. OEuf montrant la division du nucléole (tache de Wagner).
— 22. OEuf montrant la division du noyau (vésicule germinative).
— 23. La cellule germinative tout entière s'est divisée.
— 24-29. OEufs montrant les divisions successives de la cellule germinative; en même temps la masse nutritive diminue et le volume de l'œuf augmente.
— 30-31. OEufs montrant des embryons ciliés, inégalement développés.

PLANCHE III.

1-11. *Udonella Caligorum.* — 12-22. *Tænia bacillaris.* — 23-24. *Bothriocephalus latus.*

Fig. 1. Germigène. — Les cellules germinatives, en se comprimant mutuellement, ont affecté une forme polyédrique.
— 2. Cellules germinatives inégalement développées.
— 3. Portion du deutoplasmigène. On reconnaît à la périphérie une couche de cellules plus pâles, représentant l'épithéléon.
— 4. Cellules deutoplasmatiques à divers états de développement.
— 5. Cellules vitellines en voie de désorganisation, provenant des deutoplasmiductes.
— 6. Un œuf complet de l'*Udonella Caligorum.* On distingue nettement, au milieu des cellules vitellines en voie de désorganisation, une cellule germinative présentant un noyau transparent (vésicule germinative) et un gros nucléole réfringent (corpuscule de Wagner). Le filament que l'œuf porte à l'un de ses pôles est terminé par une petite expansion en forme d'entonnoir, au moyen de laquelle l'œuf se fixe sur le corps des Caliges.

Fig. 7. La cellule germinative devient moins nette et les cellules vitellines tendent à se fondre en une masse commune. Son nucléole semble s'être divisé.

— 8. Le même œuf, observé une heure plus tard; la cellule germinative s'est divisée en deux cellules-filles. On ne reconnaît plus de traces des cellules vitellines.

— 9-10. OEufs montrant une masse cellulaire qui provient de la cellule germinative.

— 11. OEuf montrant un embryon sur le point de naître.

12-22. *Tænia bacillaris.*

Fig. 12. Un œuf montrant deux cellules nées de la cellule germinative, en suspension dans un liquide nutritif granuleux.

— 13-15. OEufs de plus en plus avancés. Le nombre de cellules embryonnaires croît rapidement en même temps que la matière nutritive diminue peu à peu. La fig. 15 représente un œuf entièrement rempli de cellules.

— 16. On voit aux deux pôles de l'œuf la coque se prolonger pour former les bâtonnets. En même temps la capacité de l'œuf augmente.

— 17. Les bâtonnets sont entièrement formés; ils sont raides et présentent partout le même diamètre. La masse cellulaire se divise en deux couches distinctes.

— 18. Autre œuf au même degré de développement; la coque se racornit jusqu'à la base des bâtonnets. Aux deux pôles de l'œuf on reconnaît des cellules plus volumineuses.

— 19. Un œuf au même degré de développement, remarquable par le développement des bâtonnets. A l'un des pôles de l'œuf, on observe, entre la coque et la couche cellulaire périphérique, deux grandes cellules dont la signification m'est restée inconnue.

— 20. Le volume de l'œuf a considérablement augmenté. La couche cellulaire externe s'écarte de la masse centrale; entre les deux couches s'amasse un liquide. Les bâtonnets se transforment en vésicules pédiculées.

— 21. Un œuf un peu plus avancé. On reconnaît l'embryon hexacanthe; une membrane anhiste, formée probablement par sécrétion, le recouvre immédiatement.

— 22. OEuf mûr. Les bâtonnets sont flétris. La membrane cellulaire n'est plus guère reconnaissable. Plusieurs couches de substance sécrétée entourent l'embryon.

— 23 et 24. Embryons de *Bothriocephalus latus* (d'après Knoch). La fig. 23 montre manifestement les deux couches cellulaires que nous avons reconnues dans les œufs du *Tenia bacillaris*. La fig. 24 montre que c'est la couche cellulaire externe qui fournit la robe ciliée.

PLANCHE IV.

Cestoïdes et Turbellariés.

Fig. 1. Appareil sexuel femelle de *Caryophylleus mutabilis.*

gg, germigène;
gd, germiducte;
pg, deutoplasmigène;
pd, deutoplasmiducte;
od, oviducte.

Fig. 2. Protoplasme à noyaux aux dépens duquel se forment les germes (*Caryophylleus mutabilis*) (gr. 350).

— 3. Cellules-germes (gr. 350).

— 4. OEufs complets du même (gr. 350).

— 5. OEufs de *Bothriocephalus punctatus*. On y reconnaît les cellules germinatives pourvues d'un noyau (vésicule germinative) à nucléole (corpuscule de Wagner).

— 6. Appareil sexuel femelle de l'*Echeneïbothrium variabile*.

gg, germigène;
gd, germiducte;
pg, deutoplasmigène;
pd, deutoplasmiducte;
od, oviducte.

On reconnaît dans les cellules germinatives un petit noyau à nucléole parfaitement reconnaissable.

— 7-9. OEufs de *Solenophorus* contenant des embryons à divers degrés de développement. Les figures 7 et 8 montrent le deutoplasme fendillé en petites masses polyédriques irrégulières, ce qui fait ressembler beaucoup ces œufs à ceux de l'Amphistome. Dans l'œuf représenté fig. 9, le deutoplasme s'est fondu en une masse commune, et l'embryon hexacanthe s'est entouré d'une membrane anhiste.

— 10. *Macrostomum Claparedii*, Ed. Van Ben.

g, bouche; *i*, tube digestif; *ov*, ovaire. On voit que c'est seulement quand le protoplasme s'est fendillé autour des vésicules germinatives, qu'il commence à se charger de globules réfringents (éléments nutritifs). Dans le germigène *gg* on ne trouve pas de traces d'éléments deutoplasmatiques.

v, ouverture sexuelle femelle; *t*, testicules; *p*, pénis; *y*, yeux.

La partie postérieure du corps de l'animal est pourvu de papilles préhensiles de manière que l'animal peut s'en servir comme d'une ventouse.

— 11. Appareil sexuel femelle de *Prorhynchus stagnalis*, d'après Max Schultze.

— 12. Capsule ovarienne de *Tetrastemma obscurum*.

i, tube digestif avec ses cœcums latéraux entre lesquels se trouvent logées les capsules ovariennes;
co, membrane anhiste circonscrivant la capsule ovarienne. Elle est primitivement une membrane cellulaire;
a, liquide incolore séparant les œufs dans la capsule : albumine?
mv, membrane vitelline;
tc, tissu conjonctif formant une légère couche tout autour de la capsule.

PLANCHE V.

Turbellariés. — Nématodes.

Fig. 1. *Prostomum Caledonicum.* Clprd.

b, bouche; *ph*, pharynx; *td*, tube digestif; *tp*, trompe; *y*, yeux pourvus d'un cristallin; *gn*, ganglion nerveux. Les deux ganglions sont reliés entre eux par une forte commissure et donnent naissance, en avant et en arrière, à un cordon nerveux assez volumineux;

ov, germigène; *v*, deutoplasmigènes formant des canaux anastomosés; *t*, testicule; *p*, pénis; *om*, ouverture sexuelle mâle.

— 2. Appareil sexuel femelle d'un autre individu, montrant dans l'ootype un œuf en voie de formation.

g, germigènes; *v*, canaux excréteurs des deutoplasmigènes; *o*, ootype. On y voit un œuf dont le protoplasme est déjà fortement chargé d'éléments nutritifs. Les globules réfringents sont surtout abondants à la périphérie. Aux points où les canaux excréteurs des deutoplasmigènes s'abouchent dans l'ootype, on en peut distinguer les limites de l'œuf.

— 3-4. Germigènes d'un autre individu, dessinés à un fort grossissement (F et 1 de Zeiss.). Au fond de la glande on distingue le protoplasme à noyaux. Aux points où s'abouche le canal excréteur on distingue trois germes mûrs.

— 5. Portion du deutoplasmigène du même. On y distingue nettement des cellules sécrétoires.

— 6. Capsule ovarienne de *Polycelis lævigata.*

— 7-10. Capsules ovariennes de *Tetrastemma obscurum* à différents états de développement. Les figures 7-8 montrent que ces capsules sont primitivement de simples cellules.

— 11. Partie terminale du germigène du *Dachnites* du Congre. On y reconnaît des noyaux cellulaires en suspension dans un protoplasme commun (gr. 350).

— 12. Portion du germigène où les germes sont séparés les uns des autres par des sillons incomplets.

— 13. Coupe du tube sexuel dans une région du vitellogène où les œufs, incomplétement séparés les uns des autres, sont insérés autour d'une partie commune formant le rachis.

— 14. Groupe d'œufs en étoile produit par la rupture du rachis.

— 15. OEuf pris dans la partie inférieure du vitellogène.

— 16. OEuf mûr pris dans la matrice. Il n'est plus possible d'y retrouver la vésicule germinative. On y reconnait deux membranes dont l'externe est un chorion, l'interne une membrane vitelline.

— 17. Coupe du vagin (préparation alcoolique).

— 18. Coupe du tube sexuel dans la région supérieure de la matrice qu'on pourrait considérer comme faisant fonction de vésicule séminale. La membrane anhiste est recou-

verte extérieurement d'une couche musculaire; elle est tapissée intérieurement d'une couche de cellules épithéléales à conules. A l'intérieur du tube on voit deux œufs, et à côté des spermatozoïdes en grand nombre.

Fig. 19-20. Germigène de *Coronella musteli.*

PLANCHE VI.

NÉMATODES.

1-9''. *Ascaris rigida.* — 10-23. *Cucullanus elegans.* — 24-25. *Hedruris androphora.* — 26. *Ascarophis.* Nov. gen.

Fig. 1. OEuf complet montrant la vésicule germinative et deux membranes. Un chorion et une membrane vitelline.
— 2. OEuf montrant la division de la vésicule germinative?
— 3, 4, 5 et 6. OEufs montrant différentes phases successives du fractionnement total du vitellus.
— 7. OEuf à une phase assez avancée du fractionnement, vu à sa surface.
— 8-9. OEufs vus sur une coupe idéale. Une partie des éléments nutritifs s'est séparée du protoplasme pour s'amasser au centre.
— 9' et 9''. Embryons à des états de développement très-différents.

Cucullanus elegans.

— 10. Partie terminale du germigène.
— 11. Portion de l'ovaire situé à une certaine distance de l'extrémité aveugle du tube. On distingue des germes en voie de multiplication par division.
— 12. Portion inférieure du germigène et supérieure de l'oviducte. *o,* œufs; *c,* cellules épithéléales de l'oviducte.
— 13. Portion de l'oviducte montrant les cellules épithéléales. Les œufs sont obligés de s'allonger pour traverser ce canal.
— 14. OEuf retiré de la partie inférieure du germigène (ovaire).
— 15. Deux œufs reliés par une petite masse protoplasmatique commune (portion du rachis).
— 16. Groupe d'œufs insérés sur un rachis. L'un d'eux est en voie de multiplication.
— 17. OEuf mûr entouré de sa membrane vitelline.
— 18-20. OEufs montrant la multiplication par division de la cellule-œuf. Le volume de l'œuf croît peu à peu.
— 21-23. Embryons à différents états de développement. Les figures 17-23 sont dessinées au même grossissement (320?).
— 24 et 25. OEufs de l'*Hedruris Androphora.*
— 26. OEufs de l'*Ascarophis morrhuæ.* (Nov. gen.)

PLANCHE VII.

Crustacés.

Chondracanthus cornutus.

Fig. 1. Partie terminale du germigène d'un tout jeune *Chondracanthus cornutus*. On voit les diverticules latéraux de l'ovaire se former aux dépens de la partie terminale élargie. On reconnaît à l'extrémité du germigène et des diverticules latéraux un protoplasme commun à noyaux, aux dépens duquel se forment les germes (gr. 350).

— 2. Diverticules latéraux de l'ovaire d'un individu un peu plus âgé. C'est à l'intérieur de ces organes que les germes se chargent d'éléments vitellins nutritifs (gr. 350).

— 3. Mêmes organes chez un individu adulte (gr. 350).

— 4. *a, b, c, d, e, f, g, h*. Formes successives affectées par une même cellule germinative, maintenue en suspension dans une solution faible de chlorure de sodium.

— 5. *a, b, c, d, e, f*. Formes successives d'une autre cellule dans les mêmes conditions.

— 6. *a, b, c*. Cellules germinatives se moulant peu à peu, pour les absorber, sur des corpuscules solides.

d. Autre cellule montrant à sa périphérie et à son intérieur un grand nombre de granulations de carmin.

— 7. *a, b, c, d*. Différents états de développement des œufs. *a* et *b* sont dessinés à un grossissement de 350. *c* et *d* sont grossis 240 fois.

— 8. Granules vitellins en suspension dans le protoplasme de l'œuf, représenté, fig. 7, *d*.

— 9 et 10. OEufs montrant respectivement le fractionnement en deux et en quatre segments.

— 11. OEuf présentant la division en huit segments. On voit apparaître à la surface de chaque segment deux sillons se coupant à angle droit.

— 12. OEuf montrant le fractionnement en 32 segments.

— 13. Un globe vitellin d'un œuf présentant la division en huit, sur le point de se fractionner directement en quatre segments, dans chacun desquels on reconnaît déjà un noyau.

— 14. Globes d'un œuf présentant la division en seize, pour montrer que la division du noyau précède celle du segment lui-même.

— 15. Noyaux en voie de multiplication par division (gr. 350).

— 16. Préparation à l'acide acétique.

OEuf où le fractionnement n'est pas terminé et où la séparation entre le deutoplasme et le protoplasme s'est déjà en partie effectuée. On reconnaît que les globes ont une forme pyramidale.

— 17. Globes d'un œuf au même état de développement, vus à la surface.

— 18. OEuf où le fractionnement est à peu près terminé. La séparation entre le deutoplasme et les cellules blastodermiques est à peu près complète.

— 19. Cellules de blastoderme, vues à la surface.

— 20. Cellules du blastoderme se débarrassant des derniers restes du deutoplasme.

a. Figure destinée à faire voir la position relative des cellules et l'apparition de la membrane embryonnaire; *b* et *c*, cellules isolées (gr. 420).

PLANCHE VIII.

Congericola pallida. — *Caligus gracilis.* — *Gammarus locusta.*

Fig. 1. Congéricole vu du côté du dos, pour montrer la constitution et les rapports de l'appareil sexuel femelle.

g, germigène formé d'un tube entortillé;
gd, germiducte;
v, vitellogène. Les œufs y sont empilés à la manière de pièces de monnaie;
gc, glandes cimentipares. Elles sont en grande partie cachées par le tube digestif et le vitellogène;
l, ovisacs;
td, tube digestif;
h, anus.

— 2. Partie du cordon protoplasmatique du germigène, rempli de noyaux de cellules en suspension dans un liquide protoplasmatique commun (*Congericola pallida*).

— 3. Idem de *Caligus gracilis* (Det 3, Zeiss.).

— 4. Partie du même organe un peu plus avancé de Congéricole. Les limites des cellules germinatives sont bien reconnaissables.

— 5. Germigène et germiducte de *Congericola pallida.* On voit le cordon protoplasmatique, entortillé dans le germigène, se continuer dans le germiducte, où les germes sont empilés à la manière de pièces de monnaie.

— 6. Portion du germigène voisine de l'origine du germiducte (gr. F et 1). On reconnaît distinctement la structure du cordon protoplasmatique se continuant dans le germiducte. On distingue sous la membrane anhiste du germiducte une couche de cellules épithéléales.

— 7. Partie inférieure du germiducte se continuant avec une partie du vitellogène d'un jeune Congéricole. On voit dans le vitellogène les disques empilés du cordon ovarien se charger de globules vitellins.

— 8. Partie inférieure du germiducte se continuant avec la partie supérieure du vitellogène d'un Congéricole adulte. La limite supérieure du vitellogène est nette et tranchée. Dans le vitellogène comme dans le germiducte les œufs sont aplatis et empilés.

Caligus gracilis.

— 9, 10 et 11. Différents états de développement du blastoderme.

— 10. OEuf vu latéralement. Le blastoderme ne s'est encore étendu ni sur la face dorsale, ni sur la face ventrale. *a*, extrémité céphalique; *b*, extrémité caudale.

— 11. Embryon vu du côté du dos. *a* représente le renflement cellulaire aux dépens duquel vont se former les premiers appendices.

12-16. *Gammarus locusta.*

Fig. 12. Partie terminale d'un des utricules allongés qui constituent les ovaires. A droite se forment les germes; à gauche ils se chargent d'éléments nutritifs (gr. 240).

a. Noyaux cellulaires (vésicules germinatives) en suspension dans un protoplasme commun;
b. Germes isolés à différents états de développement;
c. Cellules épithéléales du vitellogène;
d. OEufs. On remarque que tous les œufs contenus à la fois dans le vitellogène présentent le même degré de développement.

— 13. Portion du germigène plus fortement grossi (gr. 340).

a. Noyaux en suspension dans le liquide protoplasmatique commun;
b et *b'*. Germes à différents états de développement;
c. Cellules épithéléales du vitellogène, bien distinctes par leur noyau;
d. OEufs;
e. *Tunica propria.*

— 14. Couche de tissu conjonctif recouvrant extérieurement les ovaires (*Asellus aquaticus*).
— 15. Cellules épithéléales du vitellogène :

a. *Tunica propria ;*
b. Cellules épithéléales.

— 16. Vésicules réfringentes du deutoplasme observées dans l'humeur aqueuse, après la rupture des parois d'un œuf. Chaque vésicule est entourée d'une couche de protoplasme.
a, b, c, d. États successifs d'une même couche.

PLANCHE IX.

Crustacés.

Fig. 1. Partie terminale de l'ovaire du *Gammarus fluviatilis.* Le germigène se prolonge au delà du vitellogène.
— 2. Un œuf ovarien du même. On reconnait facilement que le vitellus se constitue d'un élément protoplasmatique et d'éléments nutritifs. Cet œuf est encore dépourvu de membrane (gr. 240).
— 3. Cellules épithéléales de l'oviducte du *Gammarus locusta.*
— 4-7. OEufs de *Gammarus locusta* montrant différentes phases du fractionnement total.
— 8. L'élément protoplasmatique entrainant le noyau du globe commence à se séparer des éléments nutritifs; les cellules du blastoderme s'accusent clairement à la périphérie.
— 9. OEufs montrant le blastoderme après la formation de la membrane embryonnaire (*l*). Le deutoplasme a subi le phénomène du fendillement.
— 10. Le blastoderme a pris un développement considérable; le sillon ventral a apparu, et on reconnait les premiers rudiments des membres et du prétendu appareil micropylaire.

Fig. 11 *a, b, c*. Globe vitellin où s'accomplit la séparation entre le protoplasme et le deutoplasme. En *b* on voit déjà très-distinctement le noyau du globe en suspension dans un liquide protoplasmatique débarrassé d'éléments nutritifs. En *c* on reconnaît la membrane embryonnaire qui vient de se former.

— 12. Cellules du blastoderme d'un œuf qui a atteint un état de développement plus avancé que celui qui a été représenté à la fig. 9.

— 13. Cellules de la lame cellulaire dorsale de l'embryon représenté fig. 10.

14-18. *Ligia.*

— 14. OEuf montrant quelques cellules sortant du deutoplasme.

— 15 et 17. OEufs montrant la zone cellulaire qui, en s'étendant progressivement, doit donner naissance au blastoderme (gr. 240).

— 16 et 18. Cellules du blastoderme des œufs représentés fig. 15 et fig. 17, vues avec un gross. de 350.

PLANCHE X.

Crustacés.

Fig. 1-4. OEufs montrant le mode de formation du blastoderme chez le *Gammarus fluviatilis*.

1. La quantité de protoplasme entourant chaque noyau est très-minime. (Cet œuf est vu par réfraction.)
2. La couche protoplasmatique augmente rapidement.
3. Les cellules protoplasmatiques se sont multipliées, surtout sur le côté gauche de l'œuf. On en voit qui sont en voie de multiplication par division. (Vu par réflexion.)
4. Le blastoderme est entièrement formé à la face de gauche. Les cellules forment une couche continue.

— 5-7. Formation du blastoderme chez le *Mysis ferruginea*

5. OEuf montrant le commencement du fractionnement partiel. On reconnaît facilement dans le protoplasme des deux globes vitellins un certain nombre d'éléments nutritifs. On distingue les noyaux des deux globes.
6. OEuf montrant un état plus avancé du fractionnement. Les cellules encore chargées de globules réfringents forment sur la masse deutoplasmatique une zone d'une certaine étendue.
7. Le blastoderme est complétement formé. Au point où va se développer l'épaississement cellulaire ventral, les cellules ont revêtu une forme arrondie; elles sont larges et fortement aplaties sur le reste de la surface de la masse deutoplasmatique.

— 8-13. OEufs du *Palemon Serratus* à différents états de développement.

14-19. *Mysis vulgaris.*

— 14. Appareil sexuel femelle à un faible grossissement.

a, germigène.
b, vitellogènes.
c, oviductes.

Fig. 15. Portion de l'appareil femelle fortement grossie (320).

A. Germigène. *a*, noyaux en suspension dans un liquide protoplasmatique commun.
a', germes entièrement développés.

B. Vitellogène. *b*, œufs.
b', cellules épithéléales. Le noyau seul est nettement reconnaissable.

— 16. Germes à différents états de développement.

— 17. Cellules épithéléales du vitellogène. Pour faire ressortir les contours des cellules, il a fallu traiter par une solution ammoniacale de carmin, laver ensuite, et enfin traiter par une faible solution d'acide acétique.

— 18. Vésicule germinative d'un œuf mûr; autour d'elle on reconnait une couche protoplasmatique à peu près dépourvue d'éléments nutritifs. Plus en dehors, le protoplasme est fortement chargé d'éléments vésiculaires très-réfringents.

— 19. Éléments deutoplasmatiques, de nature albuminoïde, à différents états de développement.

— 20. Un œuf de *Crangon vulgaris* montrant le fractionnement total du vitellus. Les globes ont la forme de pyramides, et on distingue au centre de l'œuf un amas d'éléments nutritifs qui sont déjà séparés des globes.

— 21. Jeunes germes de *Crangon vulgaris*. La vésicule germinative est remplie de granulations.

— 22. *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, formes successives affectées par un germe du *Crangon vulgaris* (gr. 350).

— 23. Jeune œuf du même. Le corpuscule de Wagner, très-volumineux, présente une petite cavité centrale, qui apparaît comme une tache pâle.

PLANCHE XI.

1-25. *Mammifères*. — 26-35. *Oiseaux*.

Fig. 1. Follicule de de Graaf de *Vespertilio murinus*.

a, *tunica propria*.
b, cellules de la couche granuleuse.
c, *zona pellucida*. Le contour externe est très-pâle.
d, vitellus.
e, vésicule de Purkinje.
f, corpuscule de Wagner.

— 2. OEuf mûr du même animal.

— 3. Portion d'un follicule de de Graaf, et restes d'un œuf rompu par la pression, du même animal.

a, vésicule germinative.
b, *zona pellucida*.
c, tunique propre du follicule.
d, cellules de la couche granuleuse.

— 4. Follicule de de Graaf de *Phocæna communis*.

Fig. 5. Tout jeune follicule du même.
— 6. OEuf mûr de *Delphinus* (*Lagenorhynchus*) *albirostris*.
— 7. Micropyle d'un œuf de vache.
— 7bis. id. à un plus fort grossissement.
— 8*a*. Portion de la zone pellucide d'un œuf de vache présentant les pores à canalicules dans lesquelles sont engagés des prolongements des cellules du disque proligère.
b. Cellules isolées du disque proligère.
— 9. Portion d'un tube ovarien d'un très-jeune veau (gr. 450).
— 10. Tube ovarien d'un veau un peu plus âgé (gr. 450). On reconnait en *a* de jeunes vésicules germinatives en suspension dans un protoplasme commun.
b, vésicule germinative où l'on reconnait distinctement une tache de Wagner. Le protoplasme commence à se délimiter autour d'elle;
c, chaines d'œufs;
d, noyaux de cellules épithéléales.

— 11. Portion d'un tube ovarien à épithéléon parfaitement développé du veau (gr. 450).
a, portion du tube renfermant encore plusieurs œufs;
b, vésicule de de Graaf nouvellement isolée.

— 12. Tube ovarien de kangourou (*Petrogale Xanthopus*) renfermant une chaine d'œufs en continuité avec le protoplasme commun, tenant en suspension de jeunes vésicules germinatives (gr. 450).
a, noyaux en suspension dans un protoplasme commun;
b, œufs en chaine;
c, noyaux de cellules épithéléales.

— 13. Portion de tube du même (gr. 350).
a, cellules épithéléales;
o, œuf;
s, septum qui va déterminer la séparation d'un follicule *f*.

— 14. Deux follicules encore incomplétement séparés (kangourou) (gr. 350). Le vitellus tient en suspension des corps réfringents, *g*, dont nous ne connaissons aucunement la signification.
— 15. Deux follicules nouvellement formés.
En *a* le vitellus des deux follicules était en continuité l'un avec l'autre (kangourou).
— 16. Un follicule isolé (kangourou) (gr. 380).
— 17. Portion d'un tube sur le point de se diviser par la formation d'un septum en *s*. On y reconnait un œuf en voie de multiplication par division (kangourou) (gr. 350).

18-23. *Fœtus humain.*

— 18. Tube ovarien s'étranglant pour donner naissance à des follicules distincts (fœtus humain de six mois). Préparation faite en traitant au moyen d'une solution ammoniacale de carmin (gr. 350).

Les figures 19, 20, 21, 22 et 23 se rapportent toutes à l'ovaire d'un fœtus humain à terme et sont faites d'après des préparations au chromate acide de potasse.

Fig. 19. Follicule renfermant deux œufs nés l'un de l'autre par division (fœtus humain à terme). Préparation au chromate acide de potassium en solution de 1 %.

— 20. Follicule en voie de multiplication. Il renferme deux œufs qui, l'un et l'autre, possèdent une vésicule germinative se multipliant par voie endogène (gr. 420).

— 21. Follicule renfermant un œuf se multipliant pour donner directement trois œufs de seconde génération. Le noyau renferme trois jeunes noyaux nés par voie endogène et encore entourés par la membrane du noyau primitif.

— 22. Follicule isolé.

— 23. Un œuf sorti du follicule qui le contenait (gr. 350).

— 24. Portion de tube ovarien se divisant par l'apparition d'un septum (embryon de veau).

— 25. Trois follicules nouvellement séparés l'un de l'autre d'un jeune *Dasypus novemcinctus L.* D'après une coupe enlevée à un ovaire conservé dans l'alcool (gr. 350).

26-35. *Oiseaux.*

— 26. Jeune follicule du roitelet (gr. 420).

— 27. Idem un peu plus développé (gr. 350).

— 28. Éléments vésiculaires du vitellus à différents états de développement.

— 29 et 30. Éléments vésiculaires du vitellus de l'œuf mûr (roitelet). (29 latebra : 30 jaune.)

— 31. Vésicules germinatives de l'œuf du roitelet d'un diamètre de 2 à 3^{mm} (gr. 350).

— 32. Portion d'un follicule de 3^{mm} de diamètre d'un *râle d'eau* (*Rallus aquaticus L*).

a, *tunica propria;*
b, cellules épithéléales;
c, zone protoplasmatique périphérique qui va donner naissance à la membrane vitelline;
d, éléments vésiculaires du jaune.

— 33. Jeune follicule du même (gr. 240).

— 34. Cellules épithéléales du même follicule, plus fortement grossies (gr. 350).

— 35 *a*, *b*, *c*. Vésicule germinative d'un œuf de poule de 2^{mm} de diamètre. Formes successives déterminées par une pression croissante.

PLANCHE XII.

Mammifères.

Fig. 1. OEuf de *Vespertilio murinus* trouvé vers le milieu de l'oviducte. — Il montre les tout premiers phénomènes embryonnaires, consistant dans la division de la vésicule germinative, s'opérant après le retrait du vitellus et la sortie des globules polaires que l'on voit en *v*. Chaque noyau renferme un nucléole très-distinct.

— 2. OEuf de lapine avant la fécondation.



Fig. 3. OEuf trouvé dans le tiers supérieur de l'oviducte d'une lapine tuée quatorze heures après l'accouplement. Il renferme un noyau unique allongé (vésicule germinative).

— 4. OEuf trouvé dans le tiers supérieur de l'oviducte d'une lapine tuée seize heures après l'accouplement.

— 5. OEuf d'une lapine tuée vingt heures après l'accouplement. Il présente la division en deux globes et chacun d'eux renferme un noyau bien distinct.

C'est sous l'influence de l'eau dans laquelle nous avions placé cet œuf pour en faire l'étude, qu'il a pris ce caractère particulier de transparence et que la forme des globes et leur disposition se sont légèrement modifiées. Tous les autres ont été étudiés dans l'humeur aqueuse ou l'iodserum.

— 6. OEuf trouvé vers le milieu de l'oviducte d'une lapine tuée vingt-deux heures après l'accouplement.

— 7. OEuf trouvé dans l'oviducte vingt-cinq à vingt-six heures après l'accouplement.

— 8. OEuf présentant la division en quatre. La zone pellucide a été enlevée et les quatre globes vitellins restent encore réunis par une membrane mince et transparente (membrane vitelline). On voit les spermatozoïdes logés sous cette membrane.

— 8'. Le même après l'enlèvement de la membrane vitelline.

— 8''. Les globes sont complétement séparés les uns des autres.

— 9. Un œuf présentant la division en huit. La membrane pellucide a été complétement enlevée. La membrane vitelline déchirée entoure encore quelques globes. Sous elle on voit un grand nombre de spermatozoïdes.

— 10 et 12. Blastoderme à divers degrés de développement. Ces œufs ont été trouvés l'un à côté de l'autre dans la matrice d'une lapine tuée quatre jours après l'accouplement. On voit à la péripérie les cellules blastodermiques formant une couche unicellulaire *b*. J'ai représenté en *a* quelques cellules telles qu'elles se présentent, avec une forme polygonale, quand on les observe à la surface de l'œuf.

— 11. Cellules du blastoderme à un plus fort grossissement (450).

FIN DE L'EXPLICATION DES PLANCHES.

TABLE DES MATIÈRES.

CRUSTACÉS.

MAMMIFÈRES.

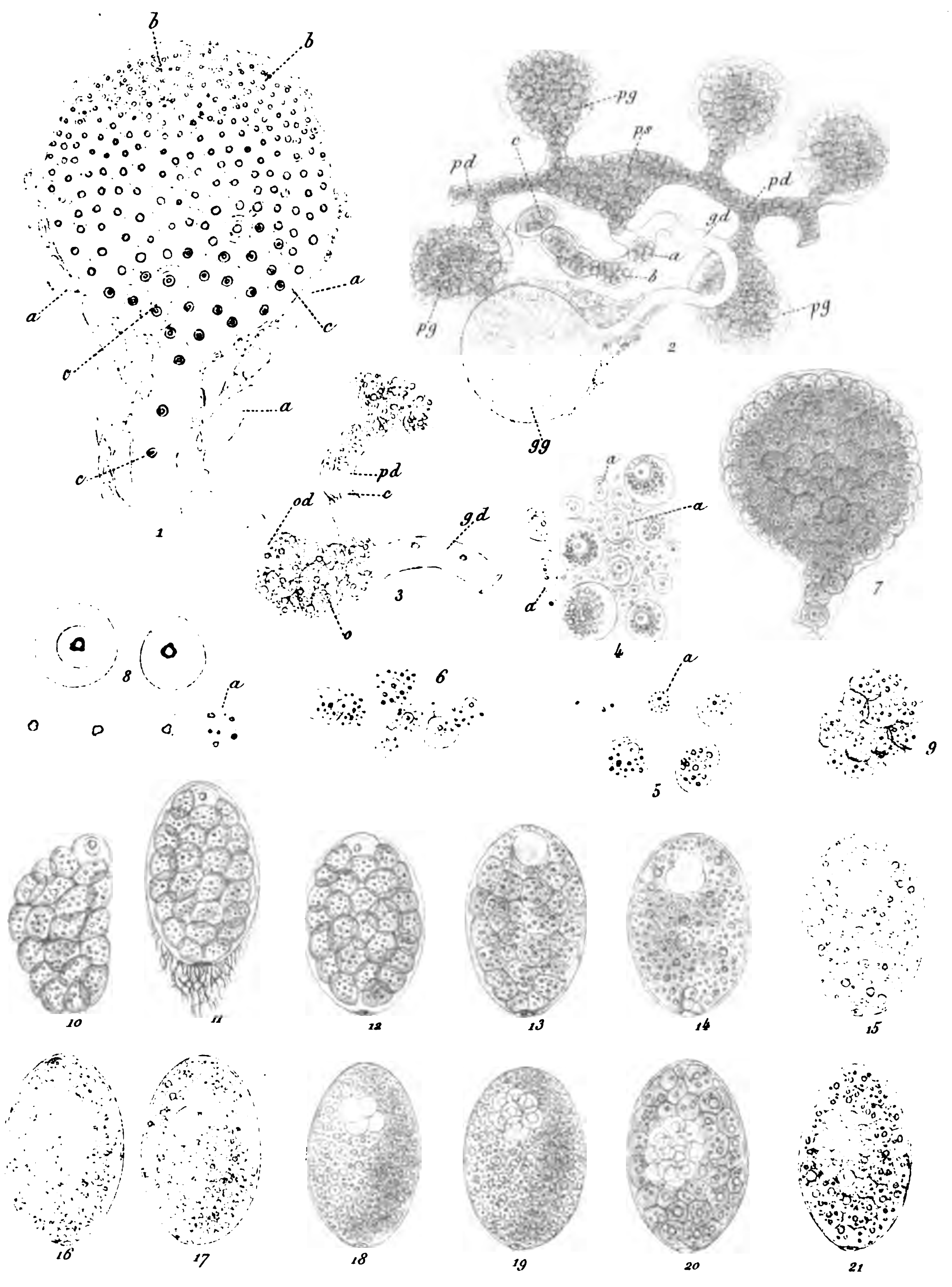


OISEAUX.

DEUXIÈME PARTIE.

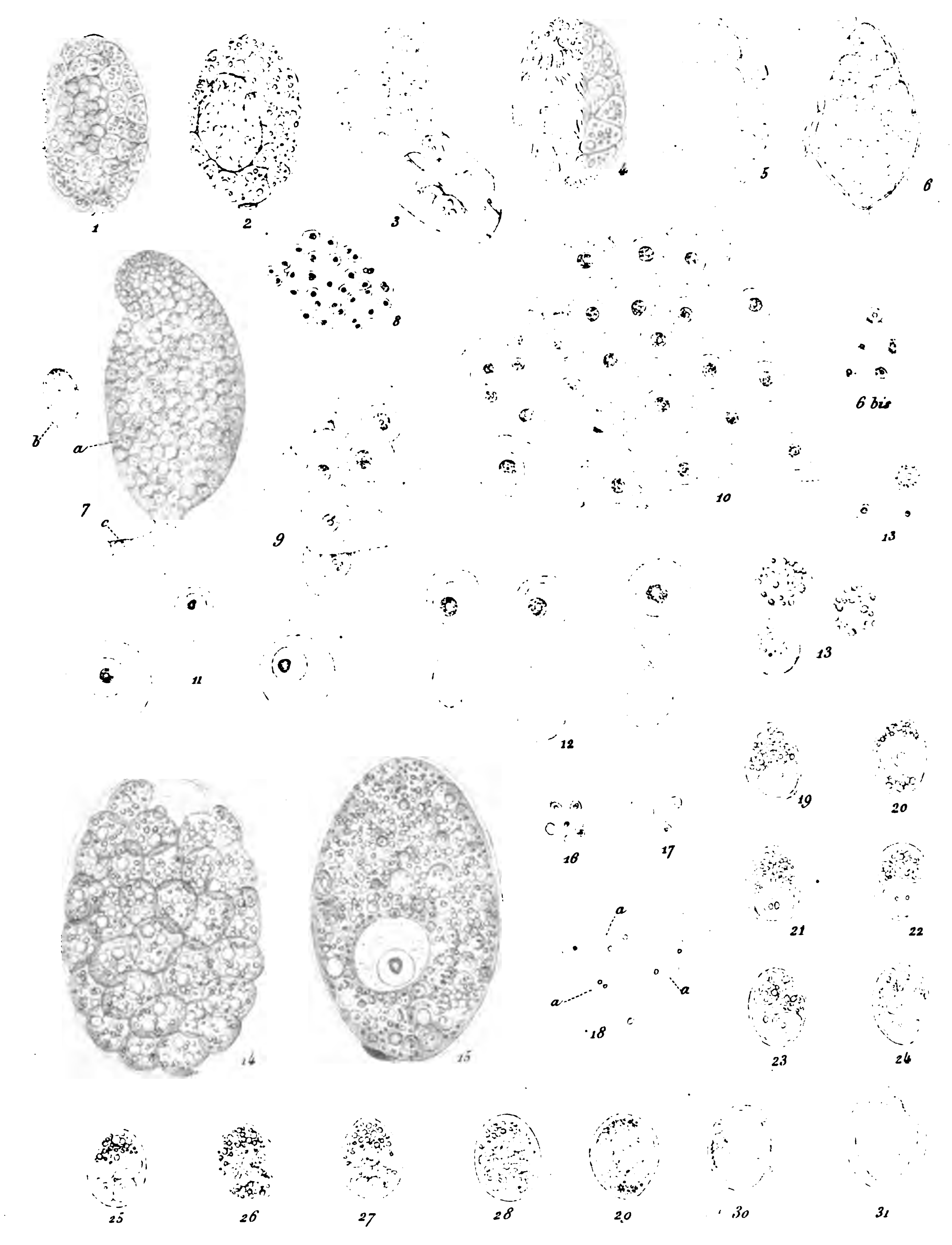
ANALOGIES ET DIFFÉRENCES.

TROISIÈME PARTIE.



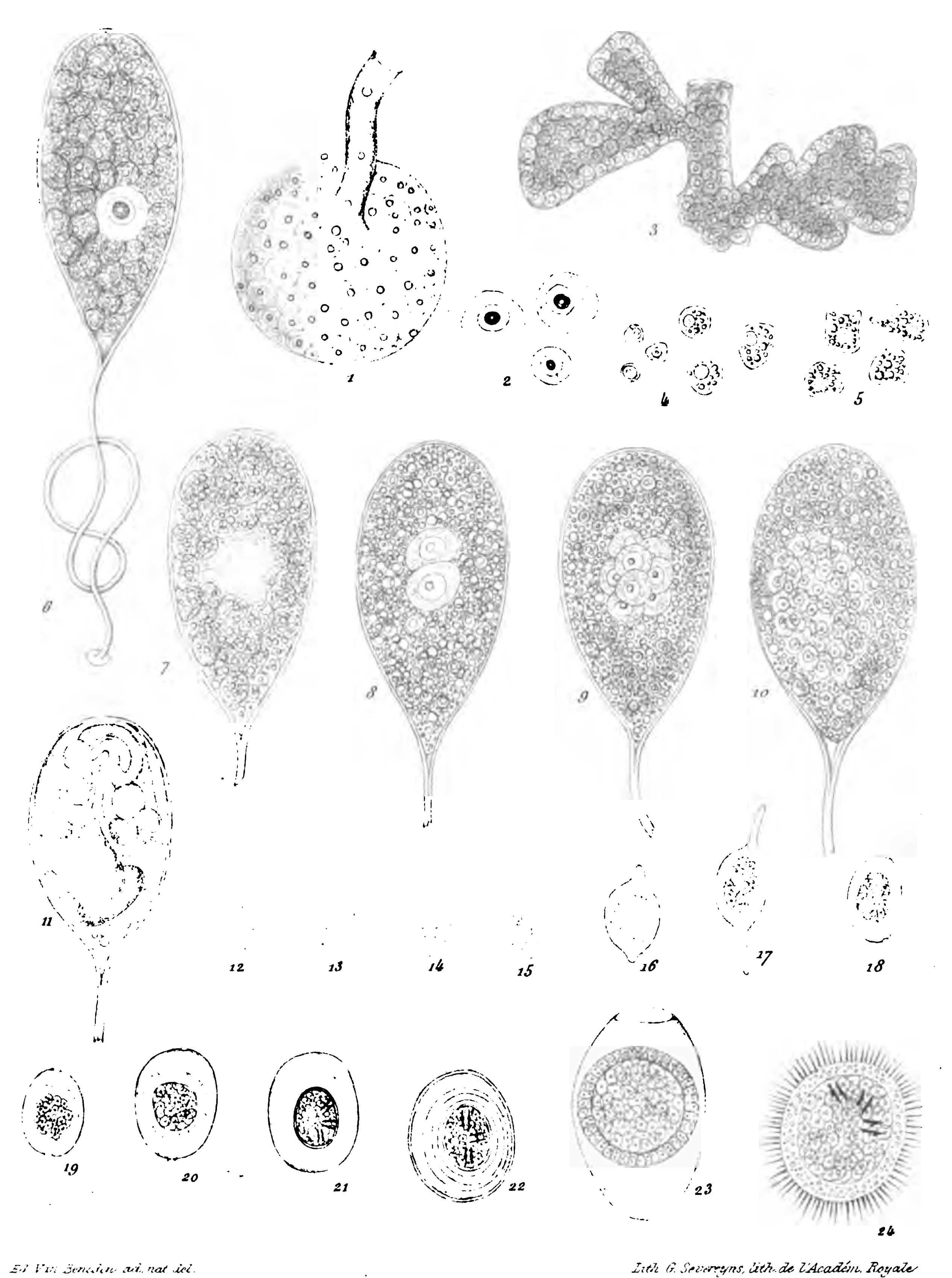
Ed. Van Beneden ad nat. del.

Lith. G. Severeyns, lith. de l'Acad. Royale.



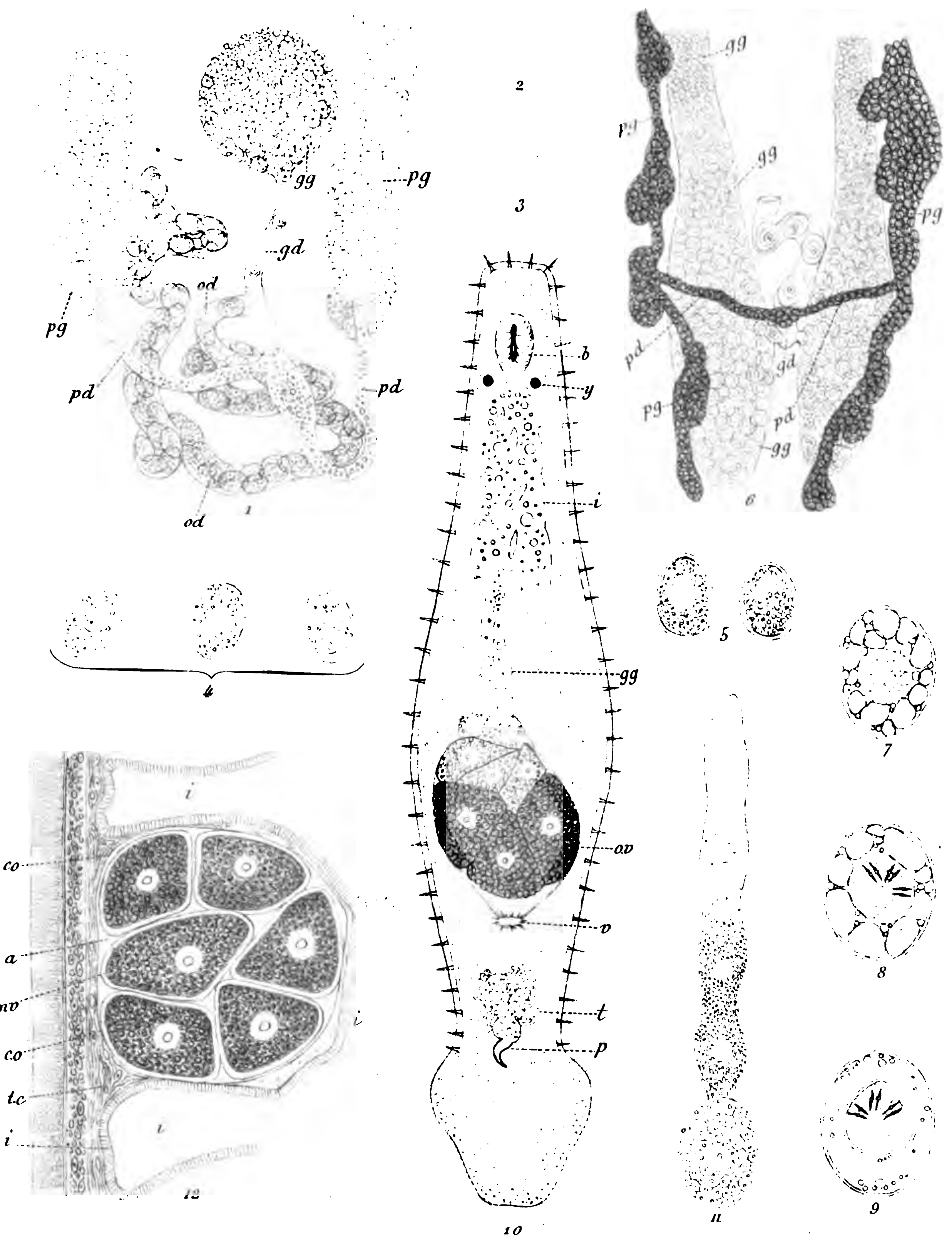
Ed. Van Beneden ad nat. del.

Lith. G. Severeyns, lith. de l'Acad. Royale.



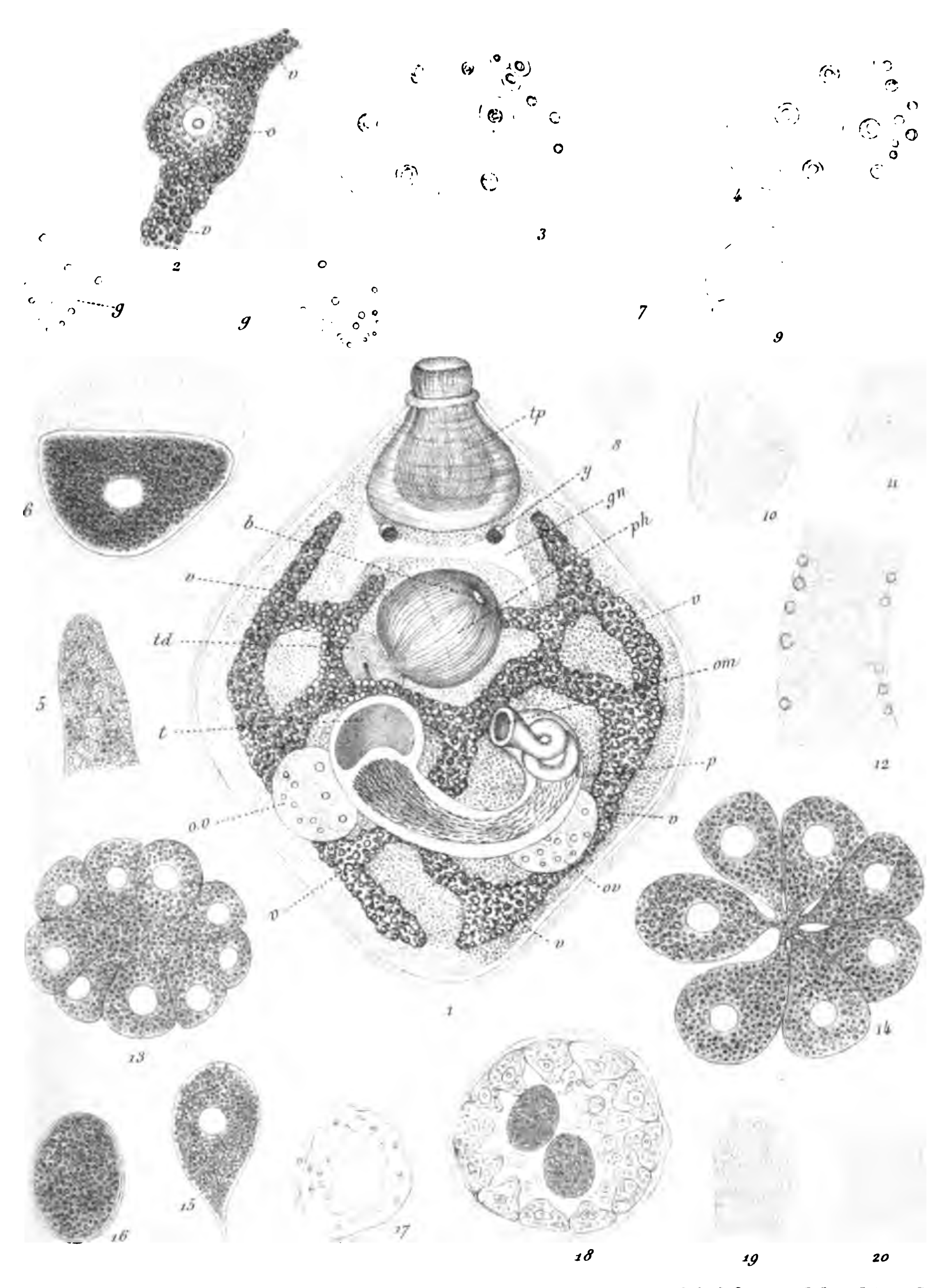
Ed. Van Beneden ad. nat. del.

Lith. G. Severeyns, lith. de l'Académ. Royale



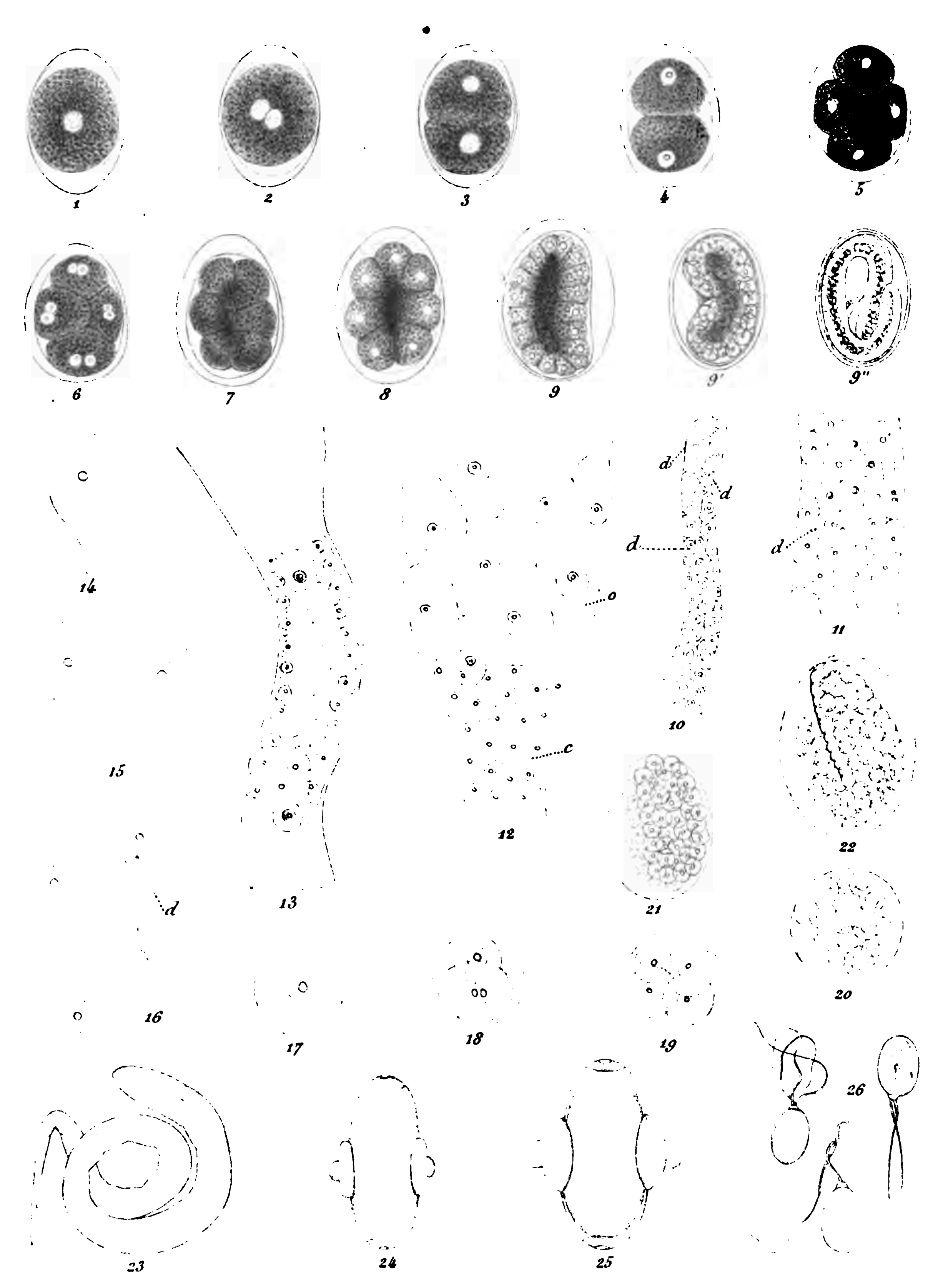
E. Van Beneden, ad nat. del.

Lith. G. Severeyns, lith. de l'Acad. Royale.



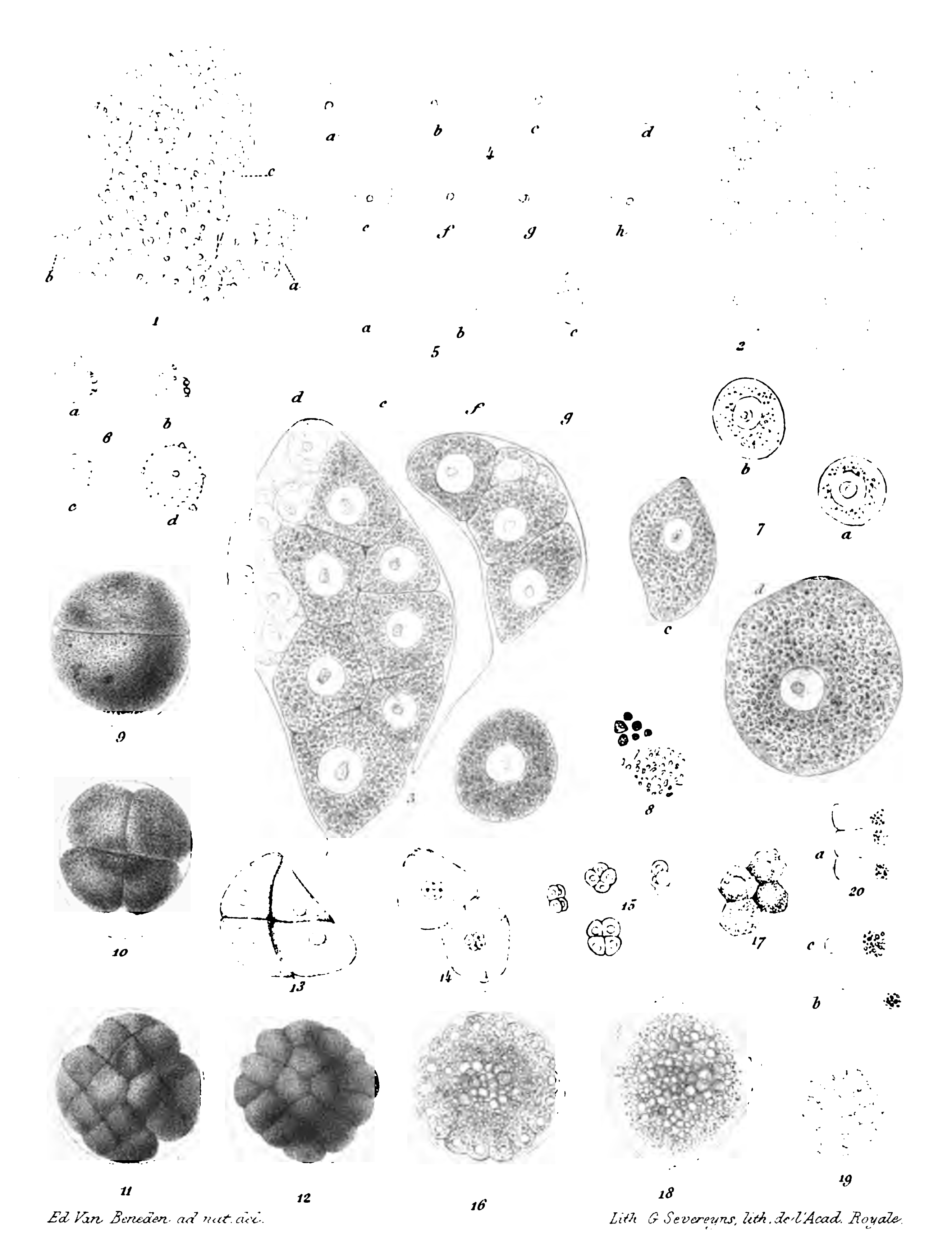
Ed. Van Beneden ad nat. del.

Lith. G. Severeyns lith. de l'Acad. Royale.



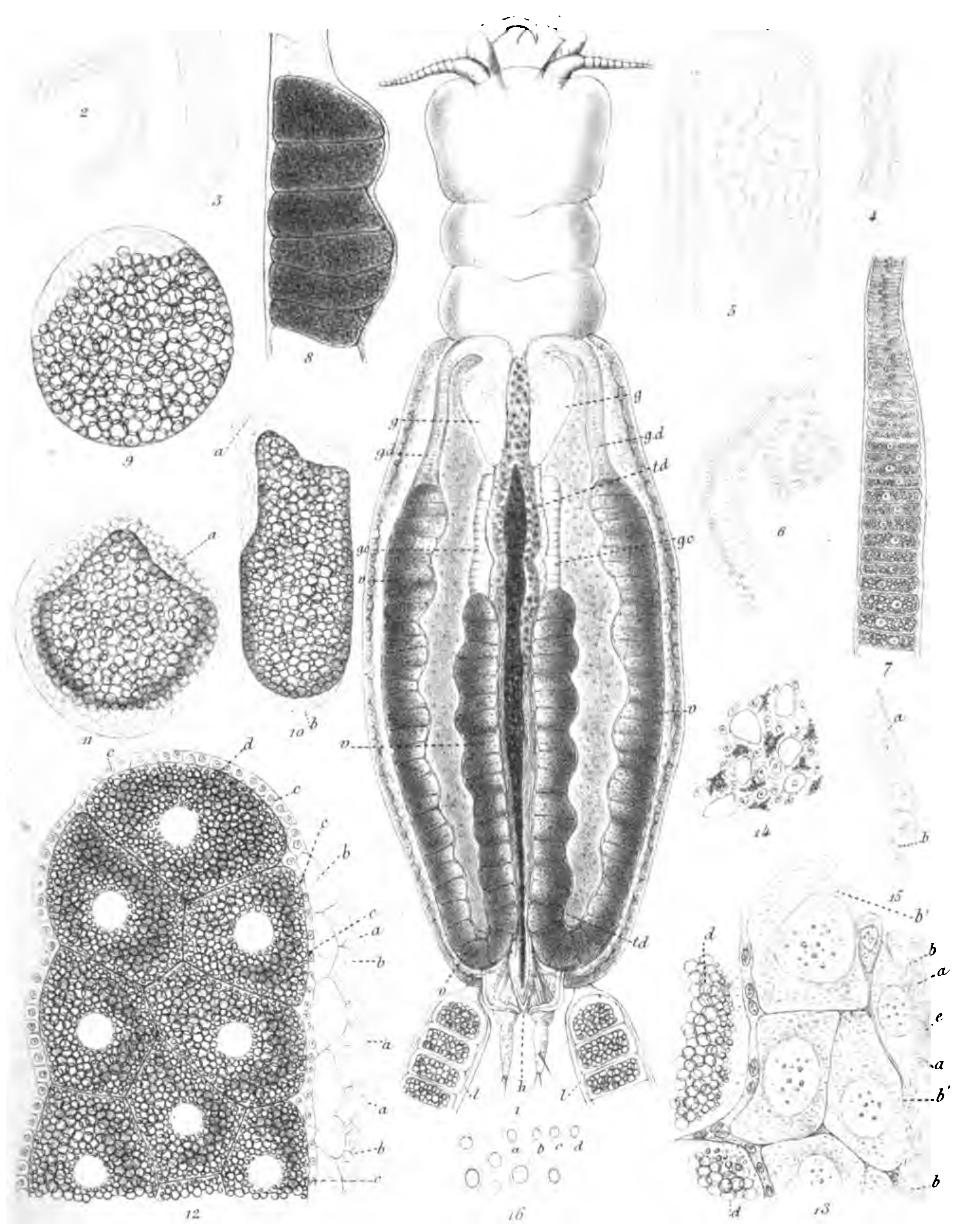
Ed. Van Beneden ad. nat. del.

Lith. G. Severeyns, lith. de l'Acad. Royale.



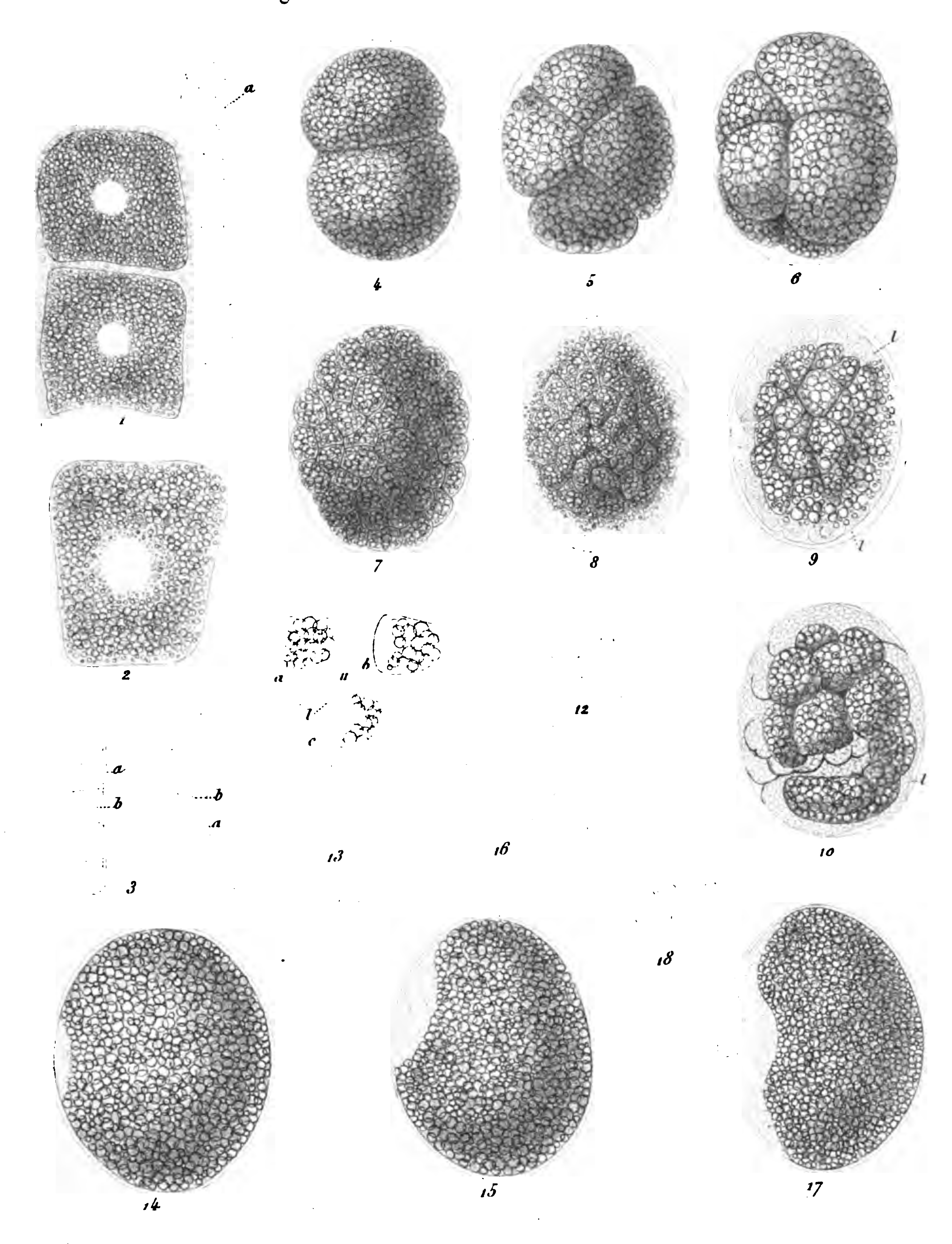
Ed. Van Beneden ad nat. del.

Lith. G. Severeyns, lith. de l'Acad. Royale.



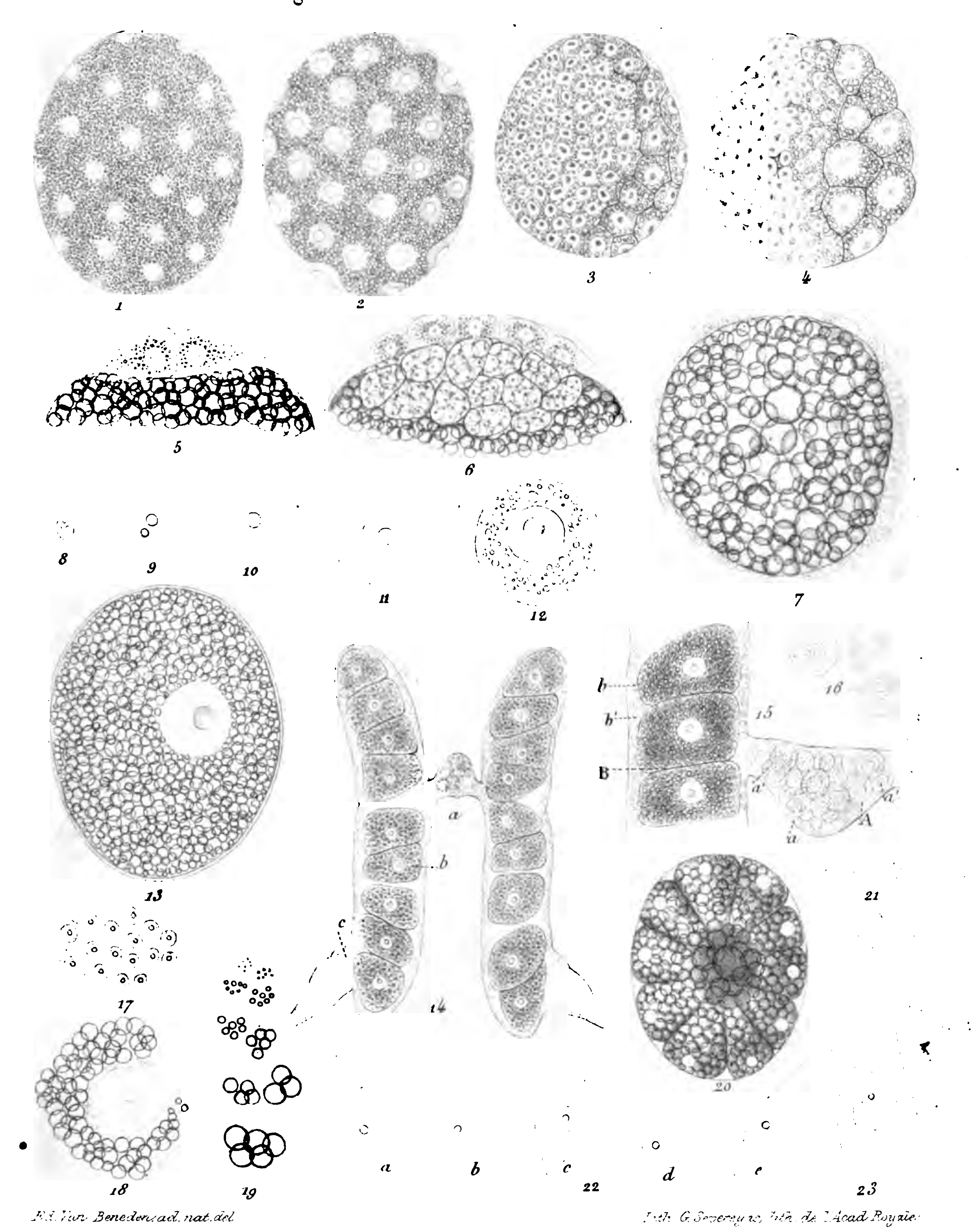
Ed. Van Beneden, ad. nat. del.

Lith. G. Severeyns lith. de l'Acad. Royale.



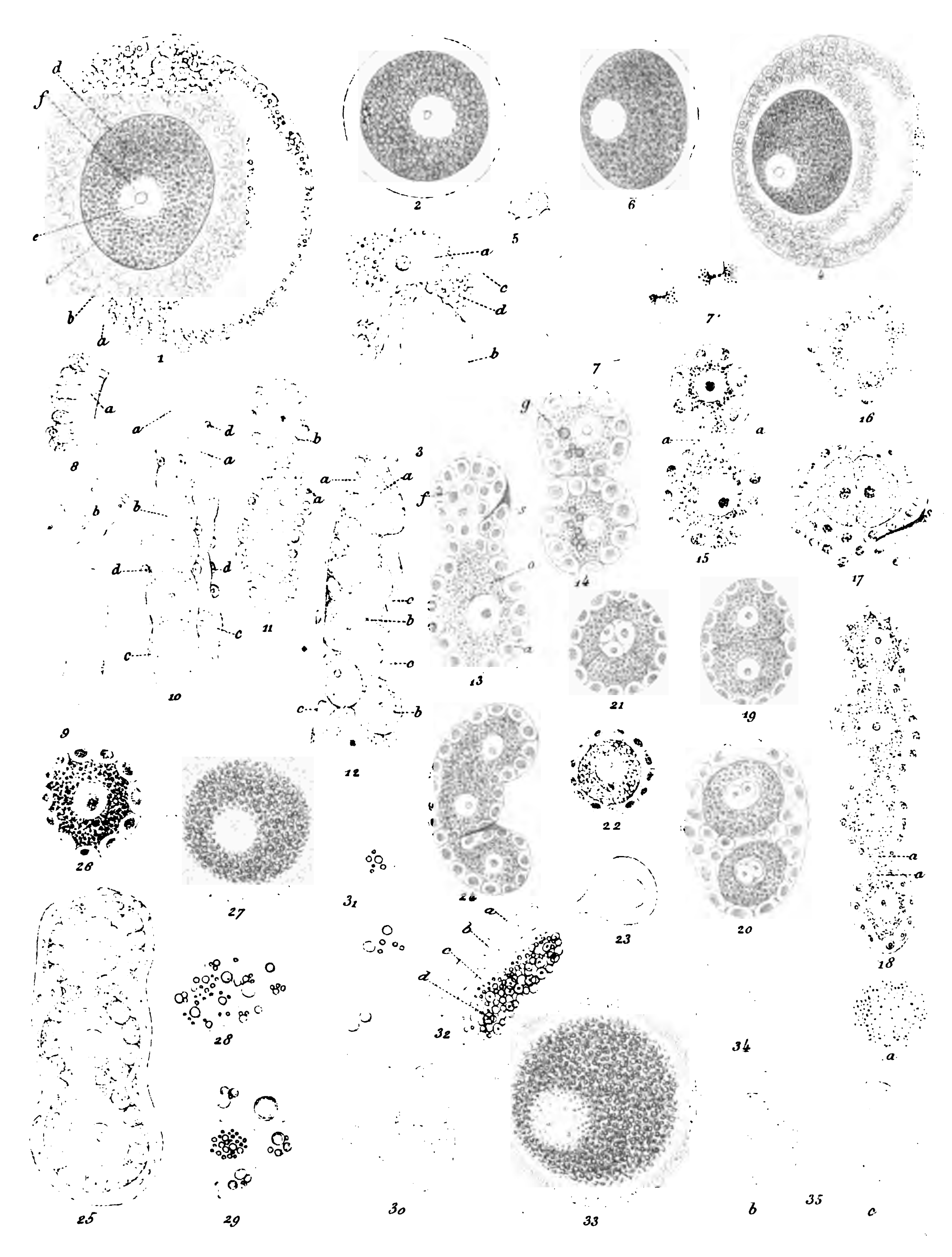
Ed. Van Beneden ad nat. del.

Lith. G. Severeyns, lith. de l'Acad. Royale

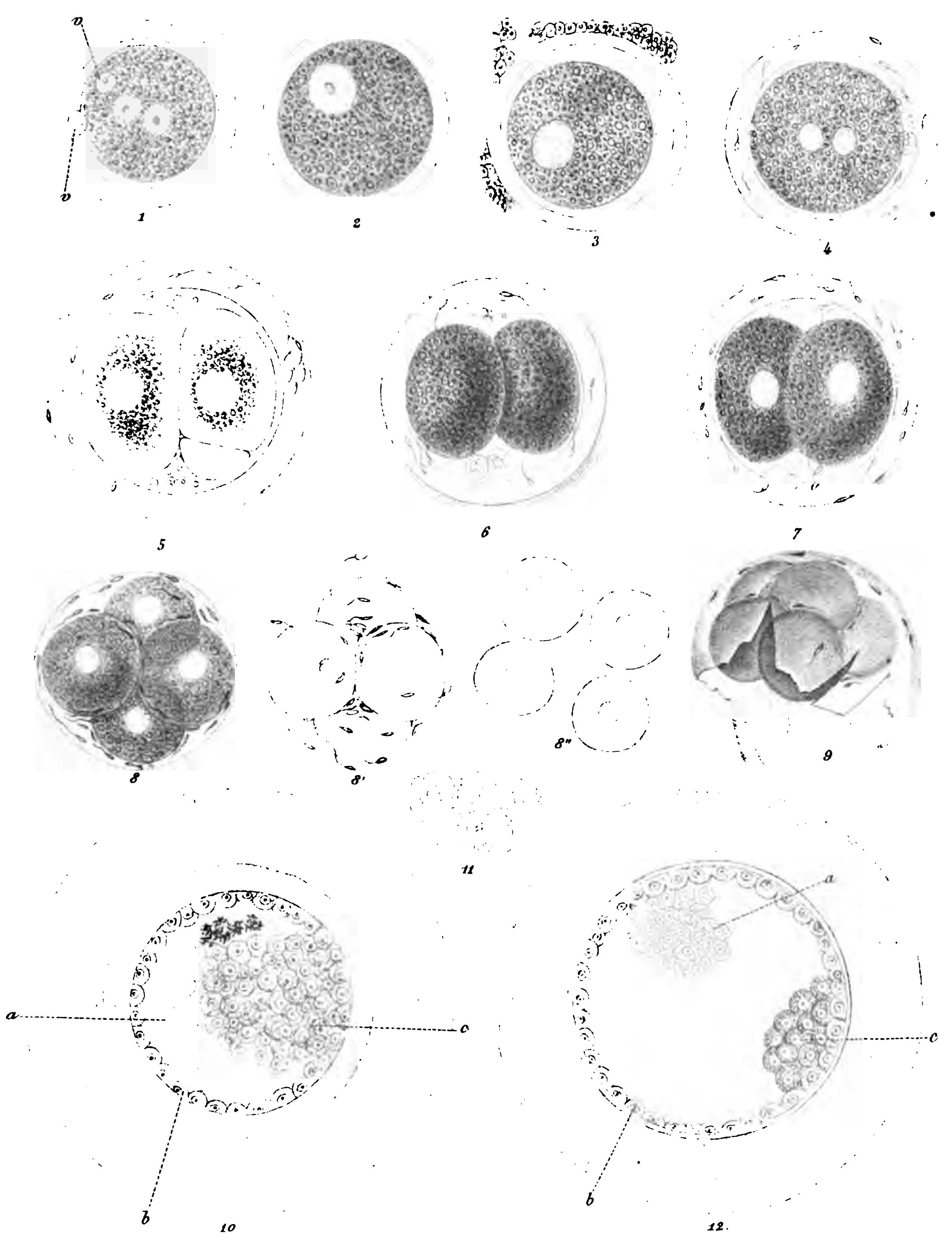


Ed. Van Beneden ad. nat. del.

Lith. G. Severeyns, lith. de l'Acad. Royale.



Éd. Van Beneden ad nat. del. Lith. Severeyns lith. de l'Acad. Royale



Ed. Van Beneden, ad. nat. del.

Lith. G. Severeyns, lith. de l'Acad. Royale

SUR

LA TENSION SUPERFICIELLE DES LIQUIDES

CONSIDÉRÉE

AU POINT DE VUE DE CERTAINS MOUVEMENTS OBSERVÉS A LEUR SURFACE;

PAR

G. VAN DER MENSBRUGGHE,
Répétiteur à l'Université de Gand.

PREMIER MÉMOIRE.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — HISTORIQUE DES RECHERCHES DES PHYSICIENS SUR LES MOUVEMENTS PROVOQUÉS A LA SURFACE D'UN LIQUIDE LORS DE L'APPROCHE OU DU CONTACT D'UN SOLIDE OU D'UN LIQUIDE N'EXERÇANT PAS D'ACTION CHIMIQUE. — DISCUSSION DES THÉORIES ÉMISES POUR EXPLIQUER CES MOUVEMENTS. — THÉORIE NOUVELLE.

(Présenté à la classe des sciences de l'Académie royale de Belgique, dans la séance du 5 juin 1869.)

SUR

LA TENSION SUPERFICIELLE DES LIQUIDES

CONSIDÉRÉE

AU POINT DE VUE DE CERTAINS MOUVEMENTS OBSERVÉS A LA SURFACE.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

§ 1. Depuis les recherches de Segner et de Young, on admettait comme très-probable l'existence d'une force contractile ou tension à la surface des liquides; M. Henry d'abord [1], puis, dans ces dernières années, MM. Lamarle [2] et Dupré de Rennes [3] sont parvenus à changer cette probabilité en certitude; plus récemment encore, j'ai fait connaître quelques expériences nouvelles où se manifeste également la tension, et qui se prêtent, en outre, à des vérifications mathématiques [4]. L'ensemble de ces travaux, auxquels il faut ajouter

[1] *On cohesion of liquids* (PHILOS. MAGAZ. 1845, vol. XXVI, p. 541).

[2] *Sur la stabilité des systèmes liquides en lames minces*, 1re partie, notions préliminaires, art. 1 (MÉM. DE L'ACAD. ROYALE DE BELGIQUE, 1864, t. XXXV).

[3] *Cinquième mémoire sur la théorie mécanique de la chaleur*, 2me et 3me parties (ANN. DE CHIM. ET DE PHYS. DE PARIS, 4me série, t. VII, p. 236 et 406, et t. IX, p. 301).

[4] *Sur la tension des lames liquides* (BULLET. DE L'ACAD. ROYALE DE BELGIQUE, t. XXII, p. 308, et t. XXIII, p. 448).

ceux de M. Hagen [1], permet aujourd'hui d'énoncer le principe général suivant :

La couche superficielle d'un liquide quelconque est douée d'une force contractile ou tension qui est la même en tous les points, quelle que soit la courbure de la surface; à une même température, chaque liquide possède une tension qui lui est propre.

§ 2. Puisque la couche superficielle d'un liquide est partout également tendue, quand les conditions où elle se trouve sont les mêmes en chaque point, on peut se demander si l'équilibre de la couche se maintient encore quand ces conditions viennent à changer dans une portion de la surface; si la rupture de l'équilibre s'effectue en réalité, elle doit être accusée par certains mouvements autour de la portion dont il s'agit. Or, il y a une infinité de circonstances où la couche superficielle d'un liquide éprouve, dans une partie déterminée, des modifications soit physiques, soit chimiques. Aussi l'étude de la tension, dans ses rapports avec les agents physiques ou avec les réactions chimiques, donne-t-elle lieu, comme nous le verrons, à des phénomènes très-variés.

§ 3. Déjà MM. Dupré [2] et Plateau [3] ont fait connaître quelques expériences au moyen desquelles ils rendent apparente la rupture de l'équilibre dans toute surface liquide dont on échauffe une portion seulement; par exemple, M. Plateau rapporte une expérience de son fils consistant à modifier, par la simple approche du bout du doigt, la teinte du sommet d'une bulle de liquide glycérique. C'est ce qui confirme pleinement un principe posé d'abord par M. Dupré, principe en vertu duquel la tension diminue à mesure que la température s'élève. Je rappellerai ici quelques autres faits qui me paraissent

[1] Voir, pour l'exposé succinct de toutes les publications relatives à la tension des surfaces liquides, la 8me série des *Recherches expérimentales et théoriques sur les figures d'équilibre d'une masse liquide sans pesanteur*, par M. J. Plateau, §§ 3 à 15 (Mém. de l'Acad. royale de Belgique, t. XXXVII).

[2] *Sixième mémoire sur la théorie mécanique de la chaleur* (Ann. de Chim. et de Phys., 1867, 4me série, t. XI, pp. 194-208).

[3] Voir le § 16 de son mémoire déjà cité dans la 3me note du § 1.

entièrement conformes à cette proposition, bien que les physiciens qui les ont observés les aient attribués à des causes toutes différentes.

Lorsqu'on présente de près et très-obliquement l'extrémité d'un cylindre de fer rougi à un petit disque en feuille d'étain flottant sur l'eau pure, celui-ci fuit aussitôt la tige métallique; quand on tient cette dernière verticalement au-dessus du centre du disque, on ne constate aucun mouvement. Dès qu'on amène près du bord du corps flottant le foyer d'une lentille exposée au soleil, le disque s'écarte encore immédiatement. Les mouvements dont il s'agit deviennent impossibles quand l'eau est recouverte de quelque substance huileuse; pour les arrêter, il suffit même de toucher du doigt la surface du liquide. B. Prévost, qui a décrit ces phénomènes en 1797 [1], les explique en disant que « la chaleur produite dans le disque le repousse en s'échappant de ses pores. » J'ajouterai qu'au lieu d'opérer sur un corps flottant métallique, il m'a paru plus facile de répandre un peu de lycopode à la surface de l'eau distillée et d'approcher ensuite l'extrémité de la tige rougie; j'ai vu au même instant les corpuscules se diriger rapidement vers les bords du vase.

Citons encore ici d'autres expériences du même genre, publiées en 1798 par P. Wilson [2].

On découpe dans du papier ordinaire un disque d'environ un centimètre de diamètre; on y pratique une petite ouverture excentrique à travers laquelle on fait passer un fil de coton qu'on a préalablement détordu et qui est destiné à servir de mèche; puis on ferme aussi bien que possible cette ouverture, de manière que le fil s'y trouve serré; d'un côté du disque, on laisse une longueur de 12^{mm} à 15^{mm} de ce fil, et de l'autre côté, on coupe celui-ci près de la surface; saisissant alors la mèche, on dépose la petite lampe sur de l'huile d'olive contenue dans un large bassin, on mouille cette mèche de quelques gouttes du même liquide, puis on l'allume; aussitôt la lampe se meut vers le bord du vase; le mouvement a toujours lieu de telle sorte que

[1] *Sur divers moyens de rendre sensibles à la vue les émanations des corps odorants* (Ann. de Chimie, t. XXIV, p. 31).

[2] *Account of certain motions which small lighted wicks acquire, when swimming in a bassin of oil* (Edinb. Transactions, t. IV); voir un extrait dans les *Gilberts Annalen*, t. III, p. 447.

les points les plus rapprochés de la mèche enflammée demeurent en arrière. Quand le fil traverse le disque exactement à son centre, il ne se produit aucun déplacement; si le papier est elliptique et que la mèche se trouve à l'un des foyers, le système marche dans le sens de ce même foyer vers l'autre. L'auteur rend compte de ces faits par la réaction due à des courants d'huile chaude au-dessous du disque.

Voici quelle est, selon moi, la véritable explication des mouvements observés par Prévost et par Wilson : le liquide qui entoure le corps flottant s'échauffe inégalement, et la tension devient la moindre aux points où la température est la plus élevée; conséquemment, en vertu de l'excès de tension que possède alors la portion demeurée relativement froide, le corps doit être entraîné vers cette dernière.

J'applique la même théorie aux courants que l'on constate sur la cire fondue autour de la flamme d'une bougie; à l'expérience de Libri [1], c'est-à-dire au mouvement ascensionnel d'une goutte d'huile le long d'un fil métallique un peu incliné, dont on chauffe l'extrémité inférieure; enfin, à tous les mouvements qu'on observe sur la surface des liquides dont tous les points ne sont pas à la même température.

§ 4. L'électricité statique ou dynamique exerce-t-elle aussi une influence sur la tension des surfaces liquides? J'exposerai, dans un prochain mémoire, les résultats de mes recherches à cet égard. Dans le travail actuel, je me propose d'étudier, au point de vue du principe général énoncé plus haut, les phénomènes parfois très-étranges qu'on observe quand on dépose sur la surface d'un liquide, soit une parcelle solide, soit une goutte d'un autre liquide, soit une goutte du même liquide à une température différente. Ces phénomènes sont extrêmement nombreux; parmi les physiciens qui les ont fait connaître, les uns se sont contentés de les décrire, d'autres ont déclaré ne pouvoir en rendre raison, d'autres encore ont tâché d'expliquer un ou plusieurs genres des effets dont il s'agit, quelques-uns, enfin, se sont efforcés de les rattacher tous à une cause unique; seulement, aucune des hypothèses avancées par ces derniers n'est appuyée sur des faits incontestables.

[1] Voir les *Annales de M. Poggendorff*, 1838, vol. XLV, p. 508.

Schweigger-Seidel [1], Dutrochet [2] et M. Tomlinson [3] ont résumé la plupart des travaux de leurs devanciers avant d'exposer leurs propres expériences; cependant, je crois utile d'indiquer de nouveau les résultats déjà obtenus et de discuter les théories émises par les différents observateurs : cet historique est nécessaire au développement de mes idées, et, d'ailleurs, il me fournira l'occasion de rappeler quelques recherches peu connues.

Dans ce mémoire, je ne parlerai que des cas où il n'y a pas d'action chimique, me réservant d'examiner plus tard ceux où les substances amenées au contact réagissent l'une sur l'autre. Pour plus de clarté, je mentionnerai d'abord les faits relatifs au contact d'une parcelle solide et d'un liquide, en y rattachant les effets produits à distance par un solide volatil; puis je passerai en revue les phénomènes observés à la surface d'un liquide lors de l'approche ou du contact d'une goutte d'un autre liquide.

HISTORIQUE DES RECHERCHES DES PHYSICIENS SUR LES MOUVEMENTS PROVOQUÉS A LA SURFACE D'UN LIQUIDE LORS DE L'APPROCHE OU DU CONTACT D'UN SOLIDE OU D'UN LIQUIDE N'EXERÇANT PAS D'ACTION CHIMIQUE.

§ 5. En 1686, le docteur hollandais De Heyde [4] constata, à l'aide du microscope, qu'il se manifeste des courants superficiels quand un morceau de camphre est placé sur l'huile d'olive, l'acide nitrique, l'huile de térébenthine et l'eau régale; en opérant sur l'eau de pluie, ce savant ne vit se produire rien de particulier.

§ 6. Romieu observa le premier qu'une parcelle de camphre se met en mouvement à la surface de l'eau pure; communiquée en 1748 à la Société royale de Montpellier, cette importante expérience ne fut publiée qu'en 1762 [5]. L'auteur fait remarquer qu'il ne faut pas faire flotter beaucoup de parcelles à

[1] *Ueber die eigenthümlichen drehenden Bewegungen des Kamphers und anderer Körper auf verschiedenen Flüssigkeiten* (Journ. de Schweigger, 1825, vol. XLIV, pp. 285-295).

[2] *Recherches physiques sur la force épipolique*, 1842, Paris, pp. 2-17.

[3] *Experimental essays*, 1863, London, pp. 7-27.

[4] *Centuria observationum medicorum*, Amsterdam, Observatio LVII.

[5] *Sur une nouvelle végétation chimique faite avec le camphre et sur quelques propriétés de cette substance* (Hist. de l'Acad. des Sciences de Paris, pour l'année 1756).

la fois, car, si elles sont trop nombreuses, toutes demeurent en repos : autour de chaque parcelle, examinée à la loupe, apparaît, d'après lui, une dépression qui lui fait présumer l'existence d'un courant d'air s'échappant du camphre. Romieu conclut de ses observations que les mouvements de cette substance constituent de véritables phénomènes électriques.

§ 7. Le docteur Van Bergen fit connaître, presque en même temps que Romieu, les mouvements dont il s'agit [1], et se contenta de les attribuer à une dissolution d'un genre spécial qu'il ne définit pas.

§ 8. Dans une lettre adressée en 1785 à Kosegarten, auteur d'un mémoire intitulé : *De camphora et partibus quæ eam constituunt*, et publiée en 1787 par Frank [2], Lichtemberg réfute la théorie de Romieu sur les mouvements du camphre, et les regarde comme provenant, d'une part, de l'évaporation rapide des parcelles de ce corps, et, d'autre part, des attractions qu'elles exercent les unes sur les autres, suivant des directions qui varient sans cesse à cause des changements de forme de ces parcelles. Quant au mouvement d'un petit fragment isolé, l'auteur déclare ne pas pouvoir l'expliquer.

§ 9. A propos des idées émises par Lichtemberg, Franck [3] rapporte des expériences de Volta, qui prouvent que l'électricité n'a rien de commun avec les mouvements du camphre, et publie ensuite une lettre où ce même physicien montre que : 1° d'autres substances que le camphre, savoir le benjoin, le sel d'ambre (acide succinique) et l'alcali volatil concret (carbonate d'ammoniaque) se meuvent aussi sur l'eau; 2° ces mouvements sont les plus vifs quand l'eau est chaude et que le temps est beau; 3° la pureté de l'eau et du vase qui la contient est essentielle à la réussite des expériences; 4° le succès ou la non-réussite de ces dernières est une espèce de critérium de la pureté de l'eau; 5° l'agitation de l'eau prolonge la durée des mouvements; enfin, 6° les rotations ont aussi lieu sur du vin, moins bien sur l'huile d'olive, jamais sur l'alcool. « La cause immédiate de ces mouvements, » dit Volta, « est un abondant et vif dégagement de vapeur partant de chaque fragment, ou, pour

[1] *Ueber einige bei der Auflösung des Kampfers in Wasser bemerkten Erscheinungen* (NEUE PHYS.-MED. ABHANDL. DER K. LEOP. KAROL. AKAD. DER NATURF., 1754-1756. Beobacht. 49, p. 195).

[2] *Delectus opusculorum medicorum*, Ticini (Pavie), vol. III, p. 78.

[3] *Ibid.*, p. 127.



parler plus exactement, la réaction du fluide ambiant (que ce soit l'air ou l'eau) contre la vapeur dégagée. »

Des idées analogues ou identiques à celles de Volta ont été reproduites d'abord par Bénédict Prévost [1], qui constata que le camphre, mis sur de légères feuilles de métal flottant à la surface de l'eau, fait mouvoir celles-ci; puis par Biot [2], Draparnaud [3], Sérullas [4], Lehot [5], Matteucci [6], et enfin par MM. Joly et Boisgiraud [7].

Fourcroy, qui résuma le travail de Prévost, prétendit que le phénomène dont il s'agit provient de l'attraction de la matière odorante pour l'air et pour l'eau, et de la dissolution de cette matière dans l'un ou dans l'autre ou dans tous les deux.

§ 10. En 1790, Brugnatelli [8] soutint que l'évaporation dans l'air ambiant n'influe en rien sur la rotation du camphre, et que celle-ci est due au dégagement d'une huile éthérée ou d'une substance analogue, qui, heurtant contre l'eau, fait tourner les parcelles par réaction. L'auteur a observé un très-grand nombre de corps jouissant de la propriété de se mouvoir sur l'eau pure.

§ 11. La même année, Venturi [9] prouva que le camphre s'évapore plus

[1] *Divers moyens de rendre sensibles à la vue les émanations des corps odorants* (Ann. de Chimie, 1797, t. XXI, p. 254, et t. XXIV, p. 31).

[2] *Extrait des recherches du cit. B. Prévost et de quelques autres physiciens sur les mouvements des substances odorantes placées sur l'eau* (Bullet. des Sciences de la Soc. Philom. de Paris, 1801, t. III, p. 42). — *Remarques relatives aux nouvelles observations de M. Dutrochet sur les effets mécaniques de la vaporisation du camphre* (Comptes rendus, t. XII, p. 621; voir encore le même volume, pp. 625, 626, 667, 668 et 673).

[3] *Mémoire sur les mouvements que certains fluides reçoivent par le contact d'autres fluides* (Ann. de Chimie, 1803, t. XLVII, p. 303).

[4] *Sur les alliages du potassium et du sodium avec d'autres métaux* (Ann. de Chimie, 1820, XCI, p. 172).

[5] Voir ses deux lettres à Pictet (*Biblioth. britann.*, 1815, t. LIX, p. 377, et *Biblioth. univers.*, 1817, t. IV. p. 75).

[6] *Sur les mouvements de rotation du camphre* (Ann. de Chim. et de Phys., 1833, t. LIII, p. 216).

[7] *Nouvelles recherches sur les mouvements du camphre et de quelques autres corps placés à la surface de l'eau et du mercure* (Comptes rendus, 1841, t. XII, p. 690, et 1842, t. XIV, p. 684).

[8] *Annali di Chimica*, t. I, p. 56.

[9] *Précis de quelques expériences sur la section que des cylindres de camphre éprouvent à la*

vite au contact de l'eau que dans l'air, de telle sorte qu'une tige verticale de ce corps, plongée en partie dans l'air, en partie dans l'eau, est coupée, au bout de peu de temps, dans le plan de la surface du liquide. Quant à la théorie des mouvements du camphre, il partage les idées de Brugnatelli; il en est de même de Carradori [1], qui admet que l'huile camphrée est étalée par la force attractive de la surface de l'eau; l'auteur entend par là une sorte d'affinité de l'eau pour l'huile dégagée par le camphre. Cette opinion fut également défendue par Link [2].

§ 12. En 1802, B. Prévost fit connaître le mouvement du camphre, de l'acide benzoïque et du musc bien desséché sur le mercure [3]; il prétendit que le camphre tournerait sur toute surface suffisamment propre et sèche; parmi les observations curieuses que fit encore ce physicien, se trouve celle des mouvements qu'exécute un très-petit disque de mica portant un morceau de camphre et placé sur du mercure bien pur.

§ 13. En 1841, Dutrochet entreprit de nouvelles recherches sur la question : après avoir rédigé plusieurs notes à ce sujet [4], il exposa définitivement ses idées dans un ouvrage spécial [5], où il cherche à rendre compte des phénomènes déjà mentionnés par l'action d'une force qu'il appelle *force épipolique*, et qui, selon lui, résiderait à la surface de tous les corps.

Bien que l'auteur ne soit nullement fixé sur la nature de la force épipolique,

surface de l'eau, et réflexions sur les mouvements qui accompagnent cette section (Mém. de l'Inst., 1805, sav. étrang., t. I, p. 125).

[1] *Recherches sur la force expansible des émanations odoriférantes* (Ann. de Chimie, 1800, t. XXXVII, p. 38, et 1803, t. XLVIII, pp. 12 et 197; voir aussi ses deux mémoires *Dell' adesione o attrazione di superficie* (Memor. di matem. e di fisica della Soc. Ital. delle scienze (vol. XI, p. 75, et vol. XII, 2me p., p. 49), et le *Giornale di fisica, chim. e storia natur. di Brugnatelli*, t. I, 1807; t. III, pp. 261, 373; t. IV, 297; t. VIII, 1814; t. IX, 1815, et t. X, 1816.

[2] *Ueber die Adhäsion der tropfbaren Flüssigkeiten mit einander* (Ann. de Gilbert, 1806, vol. III, p. 121).

[3] *Nouvelles expériences sur les mouvements spontanés de diverses substances à l'approche et au contact les unes des autres* (Ann. de Chimie, t. XL, p. 30).

[4] *Recherches sur la cause des mouvements que présente le camphre placé à la surface de l'eau, etc.* (Comptes rendus, t. XII, pp. 2, 29 et 126). — *Observations nouvelles sur les mouvements produits dans l'eau par le camphre* (*ibid.*, p. 598). — *Observations relatives à l'action motrice exercée sur la surface de plusieurs liquides* (*ibid.*, t. XIV, p. 1028, et t. XV, p. 25).

[5] *Recherches physiques sur la force épipolique*, Paris, 1842.



il l'invoque successivement pour expliquer : 1° les mouvements du camphre sur l'eau et sur le mercure; d'après Dutrochet, autour de chaque parcelle de camphre, il se forme, pour le premier de ces liquides, de l'eau camphrée, qui subit immédiatement l'extension, ou, comme il dit, la *projection centrifuge* due au développement de la force épipolique; de là résulte le mouvement de la parcelle par réaction; 2° les courants *centrifuges* produits par la vapeur du camphre à la surface de l'eau et du mercure : cette vapeur développe sur l'eau la force épipolique qui écarte le liquide circulairement; 3° l'interruption des mouvements du camphre sous l'action des causes les plus minimes, par exemple, d'une quantité excessivement faible d'huile fixe ou essentielle, d'eau de savon, de vapeur d'huile essentielle ou de camphre même, d'une couche imperceptible de graisse qui enduit un doigt plongé dans l'eau ou les parois intérieures du vase où se trouve ce liquide, etc.; il nait alors, à la surface de ce dernier, une lame qui empêche le développement inégal de l'essence camphrée autour de la parcelle, et celle-ci demeure conséquemment immobile; enfin, 4° les mouvements qui se manifestent pendant quelques instants, quand on projette sur l'eau de petits fragments de savon solide, d'opium, d'acide oxalique, de parcelles de liége imbibées d'alcool, d'éther ou d'une huile essentielle.

La théorie de Dutrochet fut combattue par MM. Joly et Boisgiraud [1]; ceux-ci firent connaître de nouvelles expériences d'où ils crurent pouvoir conclure que ni l'eau ni les vases qui la contiennent, ni les corps qu'on y plonge, ne possèdent une activité spéciale que le camphre rendrait manifeste.

§ 14. Dans un travail publié en 1855, M. Schefczik [2] attribua les mouvements qu'exécutent, sur une eau limpide, les cristaux des acides benzoïque, succinique et citrique à la dissolution de ces cristaux dans le liquide, dissolution qui se fait inégalement autour de chacun d'eux. Quant au fait que ces mouvements cessent au moment même où l'on plonge un doigt dans l'eau,

[1] Voir la dernière note du § 8.

[2] *Ueber die Bewegungen schwimmender Krystalle einiger organischen Saüren* (JAHRBUCH DER K. K. GEOLOG. REICHSANSTALT, p. 263); voir pour le résumé de ce travail, la *Biblioth. univers. de Genève*, 1857, vol. XXXIV, p. 229.

il l'explique en disant qu'il se forme ainsi une couche grasse très-mince qui empêche la dissolution des cristaux à la surface.

§ 15. Les dernières expériences qui se rapportent aux mouvements des parcelles solides à la surface d'un liquide, et dont j'ai pu avoir connaissance, sont dues à M. Tomlinson [1] : outre plusieurs des faits déjà constatés par les observateurs précédents, l'auteur énonce encore les suivants : 1° les butyrates de baryte, de chaux et de magnésie tournent aussi sur l'eau pure; 2° les circonstances qui favorisent l'évaporation augmentent la rapidité des mouvements du camphre; 3° le camphre placé sur de minces feuilles d'étain, d'or, etc., flottant à la surface de l'eau, ne produit pas de mouvement; il ne tourne pas non plus à la surface du mercure.

Pour expliquer les mouvements des corps sur les liquides, M. Tomlinson propose une théorie qui paraît identique à celle de Brugnatelli et de Carradori (§§ 10 et 11); voici comment il s'exprime : « L'adhésion de la surface liquide au fragment solide détache constamment de ce dernier des parcelles qui se répandent en couches minces, et ces couches, réagissant sur le fragment, produisent la rotation comme dans le moulinet électrique. »

§ 16. Je passe actuellement aux recherches qui concernent l'extension d'une goutte d'un liquide à la surface d'un liquide différant du premier physiquement ou chimiquement.

Dans l'antiquité, Aristote, Plutarque et Pline connaissaient déjà les propriétés que possède l'huile de s'étendre en couche extrêmement mince à la surface de l'eau et de calmer les flots de la mer. Je ne parlerai pas des conjectures émises par ces auteurs sur les effets dont il s'agit.

§ 17. En 1773, Franklin [2], en constatant que l'huile peut aplanir les vagues, fut frappé surtout de la rapidité avec laquelle ce liquide s'étale en lame très-mince : « Il semble, dit-il, qu'il existe une répulsion mutuelle entre les parties de la lame, et que cette répulsion est assez forte pour chasser au loin les corpuscules flottants. »

[1] *Experimental essays*, I. *On the motions of camphor on water.* Voir aussi la note intitulée : *On the action of oils in arresting the motions of camphor on water* (Philosoph. Magaz., vol. XXVI, 4e série, p. 187).

[2] *On the stilling of waves by means of oil*, extracted from sundry letters between Franklin and Brownrigg (Philos. Transact., vol. 64, part I, p. 445).



§ 18. Dans un mémoire publié en 1780 [1], l'abbé Mann décrivit les figures qui se forment sur l'eau de pluie contenue dans un grand vase, lorsqu'on y laisse tomber une goutte d'essence de térébenthine ou d'huile de lin, de colza, d'olive, d'amandes, de noix, de baleine, etc.; il constate qu'en général, une deuxième goutte du même liquide ou d'une huile différente ne s'étend plus sur l'eau; puis il démontre que, sur l'eau salée de la mer, l'étalement est moins rapide que sur l'eau de pluie, et que, sur l'eau tiède, ces liquides s'étendent fort mal, sauf les huiles des cétacés; enfin il trouve que, sur l'eau bouillante, l'huile de baleine s'étend en lame mince, tandis que les huiles d'olive et de lin se maintiennent sous forme de lentilles. Il conclut en faisant connaître ce fait, énoncé de nouveau plus tard par Young [2], par Frankenheim [3], et étudié récemment avec beaucoup de soin par M. Tomlinson [4] : « Une goutte d'huile, mise le plus doucement possible dans l'eau froide non huilée, s'y répand et donne les couleurs prismatiques, et ensuite s'attire et laisse des espaces vides dans la surface d'eau, toujours de la même manière respectivement à la qualité de l'huile versée. »

Quant à la théorie de l'étalement, voici l'opinion de l'abbé Mann, reproduite en 1806 par Dispan [5], et en 1842 par M. Van Beek [6] : « Une goutte d'huile, en tombant, s'enfonce dans l'eau par son poids, puis remonte; les parties les plus élevées se répandent à la surface lisse de l'eau, les particules suivantes chassent celles qui précèdent, et cela jusqu'à ce que l'équilibre soit établi dans toute la lame. Le phénomène ne peut être dû à une répulsion mutuelle entre les particules de l'huile, comme le croyait Franklin; car immédiatement après l'expansion, les molécules d'huile, au lieu de se repousser,

[1] *Mémoire dans lequel on examine les effets et les phénomènes produits en versant différentes sortes d'huiles sur les eaux, tant tranquilles qu'en mouvement* (Mém. de l'Acad. de Bruxelles, 1780, t. II, p. 257).

[2] *Essay on the cohesion of fluids* (Philos. Transact., 1805, part I, p. 86).

[3] *Die Lehre von der cohäsion*, p. 137, § 119.

[4] Voir le § 29.

[5] *Remarques sur la prétendue attraction superficielle entre l'eau et l'huile* (Ann. de Chim., t. LVII, p. 14).

[6] *Mémoire concernant la propriété des huiles, de calmer les flots et de rendre la surface de l'eau parfaitement transparente* (Ann. de Chim. et de Phys. de Paris, 3e série, t. IV, p. 257).

s'attirent réciproquement et ne s'arrêtent que quand la force attractive est définitivement parvenue à un équilibre parfait avec la pesanteur et l'adhésion à l'eau. »

L'auteur cite encore une opinion qui lui a été communiquée par Needham; mais elle me paraît inintelligible.

Des expériences du même genre que les précédentes ont été faites en 1815 par Lehot [1], qui attribue ces phénomènes, sans s'expliquer davantage, « à l'influence des atmosphères environnant tous les corps. »

§ 19. Dans son *Voyage dans les Alpes,* publié de 1779 à 1796, Saussure décrit l'observation curieuse qui suit, à propos d'une opération consistant à faire évaporer de l'éther : « Comme je tenais, » dit-il, « les yeux toujours fixés sur ma capsule, je vis avec étonnement des gouttes d'eau se former sur les bords, et ces gouttes grossir à vue d'œil; enfin elles se réunissaient et descendaient jusque près de l'éther, qui semblait les repousser, sans doute par l'impulsion de la vapeur qui s'en dégageait. »

Des faits analogues ont été observés par M. Dardenne [2], qui ne pouvait s'en rendre compte, et par M. Tomlinson [3], qui les croyait dus à la lutte entre l'adhésion de l'eau et la cohésion de la substance volatile.

§ 20. En 1802, B. Prévost fit connaître des expériences fort remarquables sur les propriétés de certains liquides qui se repoussent mutuellement quand l'un d'eux est étendu en couche mince à la surface d'un solide, et qu'une goutte de l'autre est déposée sur lui [4]. Il constata ainsi que l'alcool est repoussé par l'éther, certaines huiles essentielles par l'alcool, les huiles fixes par les huiles essentielles, l'eau pure par l'eau de savon et par l'eau gommée. Prévost pense que l'action d'un fluide invisible intervient dans ces phénomènes; quant à la nature de ce fluide, il ne la précise pas.

Les vues théoriques de l'auteur furent combattues par Carradori [5], qui rat-

[1] Voir la 6e note du § 9.

[2] *Sur les doubles courants dans les liquides* (Bull. de la Soc. roy. de Botan. de Bruxelles, 1864, t. III, n° 2).

[3] *On some phænomena connected with the adhesion of liquids to liquids* (Philos. Magaz., 1867, 4e série, vol. XXXIII, p. 401).

[4] Voir la note du § 12.

[5] *Réponse aux objections du citoyen Prévost de Genève* (Annales de Chimie, t. XLVIII, p. 197).

tacha tous les faits dont il s'agit à une affinité plus ou moins grande des deux liquides entre eux ou de l'un d'eux pour le solide.

Lampadius [1] a observé des effets analogues à ceux qu'a décrits Prévost, avec une goutte de sulfure de carbone déposée sur un plan de verre mouillé d'eau pure; l'auteur les attribue à une force répulsive développée par des propriétés électriques spéciales. M. Dardenne [2] a constaté aussi des phénomènes du même genre en déposant une goutte d'eau-de-vie sur un verre mouillé d'une couche mince du même liquide mêlé à des cendres; enfin, tout récemment, M. von Obermayer [3] a fait connaître à ce sujet l'expérience assez curieuse que voici : on dépose une goutte de benzine sur une plaque de verre et l'on amène à 1 ou 2 centimètres de la lentille ainsi obtenue une tige portant une goutte d'éther; la benzine se contracte aussitôt aux points les plus voisins de l'éther, y affecte une courbure plus faible et acquiert par là plus de hauteur et moins de contour; elle demeure en cet état aussi longtemps qu'il y a de l'éther en présence. Si la tige est rapprochée davantage, la benzine prend, aux points en regard, une courbure concave, et recule en paraissant fuir l'éther; quand on meut très-rapidement la tige, on peut même faire en sorte que la petite masse se sépare en deux; le déplacement ne cesse qu'après l'évaporation complète de l'éther. L'auteur attribue avec raison ce phénomène à l'étalement de l'éther condensé à la surface de la benzine, mais il n'avance rien quant à la cause de cet étalement lui-même.

§ 21. En 1821, Fusinieri [4] étudia en détail la formation des lames minces à la surface de l'eau et du mercure, ainsi que les mouvements imprimés par les vapeurs aux corpuscules flottant sur ces liquides; à cet égard, il partagea les corps en deux classes, savoir les combustibles et les non-combustibles; il trouva que ceux-ci s'étalent bien moins facilement que les premiers, et que, parmi les liquides combustibles, ce sont les substances odorantes et

[1] *Bericht ueber einige neuen chemischen Erfahrungen* (JOURNAL DE SCHWEIGGER, 1820, vol. XXX, p. 255).

[2] Voir la première note du § 19.

[3] *Versuche ueber einige Capillarerscheinungen* (SITZUNGSBERICHTE DER K. AKAD. DER WISSENSCH. VON WIEN, 1869, vol. LIX. IIte Abtheilung. Februar-Heft).

[4] *Memoria sopra li fenomeni chimici delle lamine sottili* (GIORNALE DI FISICA, CHIMICA, STORIA NATURALE, etc., di P. Configliachi e G. Brugnatelli, t. IV. Pavie).



volatiles, telles que l'alcool et l'éther, pour lesquelles l'expansion est la plus vive. Pour expliquer ces phénomènes, voici la théorie que cherche à établir l'auteur : quand un liquide combustible quelconque est réduit en lame assez mince pour réfléchir en réalité ou pour être sur le point de réfléchir les couleurs prismatiques, il se développe spontanément du calorique, d'où résulte une force de répulsion qui est la plus intense dans les portions où l'épaisseur est la plus faible, et qui produit l'extension ultérieure de la lame; cette extension n'est autre chose qu'une rapide raréfaction horizontale due à ce développement de calorique. Par exemple, lorsqu'une goutte d'huile est déposée sur l'eau et n'a pas d'attraction pour elle, cette goutte s'affaisse par son poids et prend la forme d'une lentille; aussitôt que le bord de celle-ci a atteint une minceur suffisante, il y naît un développement spontané de chaleur et une première zone s'étale en devenant spécifiquement plus légère; alors une deuxième zone plus interne s'amincit et s'étend à son tour, et ainsi de suite. Dès qu'une lame est étalée, il se forme toujours sur l'eau et sur le mercure une pellicule incolore fort adhérente et très-peu lisse, qui, par ses inégalités, empêche une deuxième goutte du même liquide ou d'un liquide différent de s'étaler comme la première; l'existence de cette pellicule explique aussi, d'après Fusinieri, la transformation de la lame en une figure plus ou moins compliquée.

L'auteur donne un tableau où sont rangées les substances d'après la plus ou moins grande facilité avec laquelle leur extension a lieu; il ne distingue pas les cas où il n'y a pas d'action chimique de ceux où les corps en présence changent de nature : c'est ainsi que, parmi ces substances, on trouve certains métaux qui, mis en contact avec le mercure, y produisent une lamelle; or celle-ci n'est évidemment qu'un amalgame du mercure avec le métal employé. Le tableau dont il s'agit me paraît fort arbitraire, et peu conforme aux faits. Pour ne relever qu'une erreur, je dirai que le sulfure de carbone y est cité comme s'étalant plus aisément sur l'eau que l'éther sulfurique et l'alcool; mais, ainsi qu'on le verra plus loin, c'est précisément l'inverse qui a lieu.

§ 22. Dans son travail déjà cité (1re note du § 4), Schweigger-Seidel décrit les expériences suivantes : « Si l'on dépose sur l'eau une goutte d'essence de girofle, qui a peu d'affinité pour ce liquide, l'extension a lieu comme

avec les huiles grasses, seulement elle est moins prononcée. D'autre part, l'essence ne s'étale pas sur l'alcool très-concentré qui la dissout rapidement. Si, au contraire, on emploie un alcool plus ou moins étendu, suivant le degré de solubilité de l'huile, la goutte se met à tourner vivement, prend les figures les plus variées, abandonne en certains points des séries de gouttelettes, ou éclate en donnant lieu à une infinité de fort petites lentilles, qui offrent elles-mêmes des phénomènes analogues, jusqu'à ce que toute la surface soit couverte de lentilles à peine visibles. Les gouttes des huiles éthérées en général se conduisent d'une manière à peu près semblable. » Schweigger-Seidel, s'appuyant sur la production des mouvements du mercure dans un circuit convenable traversé par un courant électrique, crut pouvoir rattacher les phénomènes dont il s'agit à l'électricité dynamique ou à l'électro-magnétisme.

Il y a quelques années, M. Tomlinson s'est occupé des effets produits à la surface de l'eau pure par une goutte de créosote [1] et par une goutte d'acide eugénique [2]; ils proviennent, selon lui, de la lutte entre l'adhésion des deux liquides employés et l'adhésion de la substance qui forme la goutte.

§ 23. Frankenheim a consacré un chapitre de son Traité de la cohésion [3] à l'étalement des liquides sur la surface des corps; il se rend compte de cette extension non-seulement par la tendance des liquides à se mettre en équilibre hydrostatique, mais encore par la cohésion. Bien qu'il regarde le tableau donné par Fusinieri (§ 21) comme peu exact, il croit pouvoir en conclure que l'étalement d'un liquide est d'autant plus vif que la hauteur capillaire de celui-ci est moindre. Je reviendrai plus loin sur cet ingénieux rapprochement.

§ 24. En 1838, Mile [4] proposa une nouvelle théorie des phénomènes capillaires, et traita à ce sujet la question des *répulsions mutuelles* de deux liquides à des températures inégales, par exemple, d'une goutte d'huile

[1] .....; *on the motions of creosote on the surface of water*, etc. (Philos. Magaz., 1861, 4me série, vol. XXII, p. 111).

[2] *On the motions of eugenic acid on the surface of water* (*Ibid.*, 1864, t. XXVII, p. 528).

[3] Voir le chapitre ayant pour titre : *Ausbreitung der Flüssigkeiten auf der Oberfläche einer Körpers*, pp. 134-148.

[4] *Versuch einer neuen physikalischen Theorie der Capillarität* (Ann. de M. Poggend., t. XLV, p. 505).

chauffée et de l'eau froide, de la cire fondue et de l'eau ou de l'huile à la température de l'air ambiant. Pour expliquer l'extension de l'huile chaude et de la cire fondue sur l'eau distillée, l'auteur suppose que chaque molécule d'un corps pondérable est entourée d'une « atmosphère de chaleur qui peut se condenser autant que le permet la répulsion propre des atomes calorifiques; attirés par les molécules pondérables, ces atomes, ainsi que les atmosphères entières qui en sont composées, se repoussent directement les uns les autres, d'où résulte indirectement une répulsion mutuelle entre les molécules pondérables elles-mêmes que ces atmosphères environnent. » Quant à l'étalement d'un liquide sur un autre ayant la même température, et à l'action de la vapeur d'éther sur l'eau, Mile en rend raison, non plus par la chaleur thermométrique libre, mais « par l'inégalité des atmosphères calorifiques qui, formées en majeure partie par la chaleur latente, ont des intensités différentes, bien que la température extérieure des corps soit la même. » Il cite encore comme exemples curieux de la répulsion mutuelle de l'eau et de l'alcool les cas de rupture d'équilibre d'une colonne d'eau distillée contenue, soit dans un tube capillaire vertical ouvert aux deux bouts, soit dans un tube capillaire doublement recourbé dont les branches ont leurs orifices vers le haut, quand on amène une gouttelette d'alcool en contact avec l'un des ménisques.

§ 25. Dans ses *Recherches physiques sur la force épipolique* (§ 13), Dutrochet passe en revue un grand nombre de phénomènes d'extension des liquides les uns sur les autres, et recourt encore à son hypothèse de la force épipolique pour rendre compte 1° de l'étalement ou, comme il le dit, de la *projection centrifuge* de l'huile sur l'eau distillée et sur le mercure, de l'alcool sur l'huile, de l'eau chaude sur l'eau froide, de l'eau camphrée sur l'eau pure, etc.; 2° de la *projection centripète*, c'est-à-dire du maintien de la forme lenticulaire qu'on observe dans l'eau sur l'huile, dans l'huile sur l'alcool; 3° de la répulsion apparente qu'éprouve un liquide étendu en couche mince sur une surface polie sous l'action d'une goutte d'un autre liquide, par exemple, de la répulsion de l'alcool par l'éther, des huiles essentielles par l'alcool, etc.; enfin, 4° des courants *centrifuges* produits à la surface de l'eau et du mercure par les vapeurs d'éther, de benzine, d'alcool, etc.

Je n'ai pas à m'occuper ici de tous les autres phénomènes que Dutrochet

décrit encore dans son ouvrage; comme ils se rapportent à des actions chimiques ou électriques, je les résumerai dans un autre travail.

§ 26. En 1853, M. Jeitteles [1] appela l'attention sur un fait connu de tous les chimistes et consistant en ce que, lors de la descente d'un liquide en couche mince le long de la paroi intérieure d'un entonnoir ou d'un vase dans lequel on le verse, les particules légères qui flottent à la surface s'élèvent parfois de plusieurs centimètres contre la direction du courant, et décrivent dans cette couche des lignes ovales. L'auteur n'essaie pas d'expliquer le phénomène; il constate seulement que celui-ci ne se manifeste que lorsque le liquide descendant arrive dans une couche plus épaisse, par exemple, quand le fond du vase est couvert ou que l'orifice de l'entonnoir est rempli; en outre, les particules lui ont paru s'élever d'autant plus haut et décrire des courbes d'autant plus allongées que la vitesse du liquide était moindre. La nature des parois du vase et des particules solides peut être quelconque. Le fait en question se montre avec les solutions salines, les acides dilués, une dissolution de sucre, ainsi qu'avec l'eau pure; il n'a jamais lieu avec l'alcool même très-dilué, ni avec les différents éthers.

§ 27. Dans une brochure intitulée : *Untersuchungen ueber die Flüssigkeiten, ueber deren inneren Strömungserscheinungen, ueber die Erscheinung des Stillstehenden Tropfens, der Ausbreitung und Vertreibung*, 1854, Berlin, M. Paul du Bois-Reymond étudia avec soin les courants qui se produisent non-seulement à la surface, mais encore à l'intérieur de l'huile sur laquelle on a déposé une goutte d'éther ou d'alcool; pour trouver la cause de l'étalement de l'alcool sur l'huile, voici comment raisonne l'auteur : Ou bien le phénomène est dû à une action mutuelle des deux liquides, ou bien il résulte d'une propriété inhérente à l'alcool. Or, en premier lieu, une action mutuelle entre deux substances ne peut être que physique ou chimique; mais, dans l'effet qu'il s'agit d'expliquer, il n'y a, du moins pendant sa durée, aucune réaction chimique de l'une des substances sur l'autre; s'il s'opère entre elles une action physique, et qu'elles soient mauvais conducteurs de l'électricité, ce ne peut être que l'adhésion ou la diffusion. En second lieu, la phy-

[1] *Ueber eine eigenthümliche Bewegung* (ZEITSCHRIFT FÜR NATURWISS., p. 445); voir, pour le résumé, les *Fortschritte der Physik* (vol. IX, p. 96).



sique actuelle ne connaît d'autre propriété inhérente à une goutte liquide susceptible de s'étaler que la volatilité. Dans le cas où ces trois causes ne permettent pas de rendre compte des faits observés, il faut nécessairement recourir à une propriété nouvelle. M. du Bois-Reymond examine donc successivement l'adhésion, la diffusion et la volatilité; après avoir démontré, par des expériences ingénieuses, que ces causes sont impuissantes à fournir la véritable théorie des phénomènes d'extension, il conclut avec raison à la nécessité de l'existence d'une propriété nouvelle des liquides; malheureusement, il croit trouver celle-ci dans une répulsion mutuelle dont seraient douées les molécules de ces corps; c'était aussi, nous l'avons vu, l'opinion de Franklin, de Fusinieri et de Mile.

Quatre années plus tard, l'auteur revint sur la question dans un mémoire spécial [1]; il y distingue l'extension d'un liquide non volatil de celle qui, grâce à l'évaporation du liquide sans cesse compensée par un afflux nouveau, peut être maintenue à l'état stationnaire. Quant aux phénomènes d'extension de la première espèce, M. du Bois-Reymond n'avance plus l'hypothèse d'une répulsion mutuelle entre les molécules liquides; il soutient que « suivant la valeur plus ou moins considérable de l'angle sous lequel la goutte liquide déposée sur un autre liquide rencontre la surface qui leur est commune, le diamètre de la goutte flottante sera lui-même plus ou moins grand. Si cet angle est nul, le diamètre devient infini, c'est-à-dire que la goutte s'étale en lame mince... L'une des conditions qui déterminent la valeur de ce diamètre consiste en ce que la courbe méridienne de la goutte ne peut avoir de point d'inflexion. » Ces vues théoriques me paraissent extrêmement vagues et obscures.

En ce qui concerne le phénomène de l'étalement stationnaire, par exemple, celui de l'alcool sur l'huile, l'auteur déclare qu'il n'y a pas encore assez de faits pour permettre de décider si ce phénomène est dû à une action mutuelle entre les deux liquides ou bien à une force ayant son siége dans l'alcool même.

§ 28. M. James Thomson est, à ma connaissance, le seul qui ait fait inter-

[1] *Experimental-Untersuchungen ueber die Ercheinungen welche die Ausbreitung von Flüssigkeiten auf Flüssigkeiten hervorruft* (Ann. de M. Poggend., vol. CIV, p. 193).



venir la tension des surfaces liquides, mais seulement à titre de force hypothétique, pour expliquer quelques faits du genre de ceux qui nous occupent. Je vais résumer ici brièvement les principales observations que décrit le physicien anglais [1] : Si, au milieu de la surface de l'eau contenue dans un verre, on dépose une petite quantité d'alcool ou d'une liqueur spiritueuse, on voit l'eau se retirer de toutes parts autour de ce point; le phénomène est plus apparent encore, quand on projette une poudre fine sur le liquide. Quand l'eau sur laquelle on opère est en couche suffisamment mince, le dépôt d'une goutte d'alcool produit un espace circulaire où le fond du vase est mis à nu. Si les parois sont mouillées au-dessus du niveau de l'eau et que l'alcool versé soit en quantité suffisante, celui-ci monte le long des parois et s'accumule pour redescendre bientôt, comme l'éther dans l'expérience de Saussure (§ 19). Voici comment l'auteur se rend compte de ce phénomène : « Les portions aqueuses des parois ont une tension supérieure à celle des autres plus chargées d'alcool; celles-ci sont donc entraînées et vont former quelquefois un anneau liquide horizontal soutenu à une certaine distance au-dessus du niveau; alors se manifeste la tendance de ces portions plus alcooliques à revenir vers les portions devenues plus aqueuses par l'évaporation de l'alcool, ce qui les fait redescendre. »

M. Thomson applique la même théorie au phénomène des *larmes du vin,* c'est-à-dire aux mouvements de la couche adhérente à la paroi intérieure d'un verre contenant du vin : « l'évaporation étant plus forte sur cette couche, celle-ci, par l'excès de sa tension, attire les portions plus alcooliques, qui vont former ainsi des gouttes ou *larmes* au-dessus du niveau. » L'auteur confirme son explication en constatant qu'avec une fiole partiellement remplie de vin, il n'y a aucun mouvement quand elle est bouchée, et que le phénomène se montre aussitôt qu'on remplace l'air saturé par de l'air pur.

§ 29. En 1861, M. Tomlinson [2] signala l'action de certaines vapeurs sur les lames liquides formées à la surface d'autres liquides : sous l'influence de la vapeur d'éther, par exemple, une lame d'huile étalée à la surface de l'eau est

[1] *On certain curious motions observable at the surfaces of wine and other alcoholic liquors* (Philos. Magaz., 1855, 4me série, vol. X, pp. 330-333).

[2] *On the action of certain vapours on films*, etc. (*Ibid.*, 4me série, vol. XXII, p. 111).

légèrement déprimée, et il s'y développe de beaux anneaux de Newton. La plupart des corps volatils exercent le même effet.

A ce propos, l'auteur essaie de démontrer que l'action de la vapeur d'éther sur l'eau (§ 21) n'est pas entièrement due à une répulsion, mais en partie à l'affinité des deux liquides : « L'action répulsive de l'éther, » dit-il, « ne peut être mise en doute ; la vapeur très-lourde de ce liquide tombe sur la couche aqueuse et chasse les portions superficielles ; de même la vapeur d'essence de térébenthine chasse une lame de cette essence étalée sur l'eau. » Je discuterai plus loin la valeur de ce dernier argument. Quant à l'influence de l'affinité, M. Tomlinson cherche à en prouver la réalité en disant que si l'on mêle sept parties d'eau et une partie d'éther, la vapeur de ce dernier liquide ne produit plus de mouvement ; mais elle exerce encore une action, peu prononcée il est vrai, quand on a fait bouillir la solution.

Suivant le même auteur, l'effet produit par une vapeur sur une lame étalée à la surface de l'eau diffère d'après le rapport des attractions de cette vapeur pour l'eau et pour le liquide de la lame ; si c'est l'eau qui est attirée le plus, la lame s'amincit et s'étend davantage ; quand, au contraire, c'est la couche étalée qui éprouve la plus forte attraction, elle s'amasse et se gonfle. Ainsi l'huile de lavande en couche mince est dispersée par l'éther, tandis qu'elle est ramassée par la benzole.

Peu de temps après, M. Tomlinson consacra deux notes [1] à l'étude des figures des lames minces formées par les diverses huiles et essences sur l'eau distillée, le mercure, l'acide sulfurique, l'acide acétique, etc., et fit à cet égard des observations bien plus détaillées que celles de l'abbé Mann (§ 18) et de Fusinieri (§ 21) ; voici une des expériences les plus caractéristiques que décrive, sous ce rapport, le physicien anglais, et qui, en outre, a l'avantage de nous faire connaître ses vues théoriques : « Quand on dépose, à la surface de l'eau, une goutte d'huile de lavande, l'adhésion des deux liquides force celle-ci de s'étaler en lame ; mais la cohésion de l'huile commence aussitôt à agir ; la lame s'ouvre en une multitude de points et donne ainsi lieu à de longues branches irrégulières qui rappellent l'aspect du bois rongé par les insectes. Ces bran-

[1] *On the cohesion-figures of liquids* (Philos. Magaz., 1861, 4me série, vol. XXII, p. 249, et 1864, vol. XXVIII, p. 354).

ches tendent à se convertir en lentilles séparées; d'une part, l'adhésion les sollicite à s'étendre, d'autre part la cohésion de l'huile lutte contre cet étalement et l'emporte bientôt; car, immédiatement après, la goutte primitive se trouve réduite en un très-grand nombre de lentilles à bords bien définis et à surfaces convexes. Cet effort de l'huile de lavande pour obéir à sa cohésion détermine la formation d'une figure qui caractérise la substance et que je propose d'appeler *figure de cohésion;* elle résulte à la fois de la force de cohésion, de la densité et de l'adhésion mutuelle des deux liquides. »

J'exposerai plus loin comment les idées de M. Tomlinson me paraissent devoir être modifiées. Je mentionnerai encore ici deux articles [1] où l'auteur est revenu sur plusieurs phénomènes déjà décrits plus haut et a tâché d'y appliquer sa théorie.

§ 30. Pour terminer cet historique, il me reste à parler d'une série d'expériences assez curieuses, publiée en 1864 par M. Dardenne [2]; voici l'observation qui lui servit de point de départ : ayant touché, par hasard, avec les doigts chargés de poussière de craie un carreau de fenêtre couvert de vapeur d'eau condensée, il vit d'abord une couche de liquide blanchâtre faire tache sur le carreau; peu à peu, la craie se déposa et les parcelles s'animèrent de mouvements lents et indécis; mais une goutte d'eau qui descendait sur le verre ayant rencontré le dépôt, les parcelles manifestèrent aussitôt des mouvements très-prononcés, les unes (celles qui étaient voisines des bords) se dirigeant vers le haut, les autres (celles qui occupaient le milieu) marchant vers le bas.

La meilleure manière de faire l'expérience consiste, d'après l'auteur, à broyer une petite quantité d'huile dans quelques gouttes d'eau; si, à travers la couche grise ainsi formée, on amène un mince filet d'eau, on observe immédiatement des courants contraires très-puissants et très-actifs.

M. Dardenne a constaté encore que si l'on dirige un courant de genièvre à

[1] *On some phœnomena connected with the adhesion of liquids to liquids* (*Ibid.*, 1867, vol. XXXIII, p. 401). — *On some effects of a chemically clean surface* (*Ibid.*, 1868, vol. XXXVI, p. 241).

[2] *Sur les courants des globules solides dans les liquides* (BULL. DE LA SOC. ROY. DE BOTANIQUE DE BRUXELLES, t. III, n° 1); voir la suite de ce travail, intitulée : *Des doubles courants dans les liquides* (*Ibid.*, n° 2).



travers un dépôt de cendres et d'eau-de-vie et qu'on laisse ce courant s'éteindre entièrement, les particules solides remontent dans toute la largeur du filet. Ce fait lui paraît ne pas pouvoir être attribué à la cause générale qu'il assigne aux courants contraires et qui est fondée sur l'influence du frottement. Je reviendrai plus tard sur l'explication de ces phénomènes.

DISCUSSION DES THÉORIES ÉMISES POUR EXPLIQUER CES MOUVEMENTS.

§ 31. Tel est l'ensemble des recherches dont j'ai pu prendre connaissance, soit en recourant directement aux sources indiquées, soit en me rapportant, quand j'y étais forcé, à l'opinion des savants qui ont résumé plus ou moins complétement les résultats obtenus avant eux. Si nous récapitulons d'abord ce qui concerne les mouvements provoqués à la surface des liquides par l'approche d'une parcelle solide, et ceux de la parcelle elle-même quand elle flotte, nous trouvons que les considérations au moyen desquelles on a essayé d'en rendre raison peuvent se rattacher à trois hypothèses principales; discutons-les très-brièvement.

La première, due à Volta, et défendue par Prévost, Biot, Sérullas et Matteucci, consiste à admettre que les mouvements en question ne sont qu'un effet de la réaction du fluide ambiant (que ce soit le liquide ou l'air) contre la vapeur dégagée de la parcelle flottante; or Prévost lui-même a constaté qu'une parcelle de camphre suspendue dans l'air à un fil d'araignée n'éprouve aucun déplacement; « ce fait, » comme le dit fort bien Dutrochet, « aurait dû lui faire voir que l'émission de la vapeur de camphre dans l'air s'opérait paisiblement et sans cette vive et rapide expansion qu'il était conduit à admettre pour expliquer les mouvements des parcelles de camphre à la surface de l'eau et du mercure. » Nous verrons, dans la suite, d'autres faits qui rendent la théorie de Prévost absolument inadmissible.

Dans la deuxième hypothèse, émise d'abord par Brugnatelli et reproduite avec certaines modifications par Carradori et par M. Tomlinson, on suppose qu'il se dégage des parcelles de camphre une huile éthérée qui, se dissolvant dans l'eau, par exemple, les fait tourner par réaction; ainsi que je le démontrerai plus loin, il se développe en réalité une couche d'eau camphrée à la

surface, mais le mode d'action de cette couche est tout différent de celui que décrit Brugnatelli.

D'après la troisième hypothèse, proposée par Dutrochet, il existe à la surface des liquides une certaine force motrice (*force épipolique*) qui ne se manifeste qu'au contact d'un liquide avec un solide ou avec un autre liquide : « Le nom de force épipolique, dit Dutrochet, indique seulement que cette force réside dans les rapports mutuels des surfaces des corps, sans rien préjuger sur sa nature [1]. » L'auteur déclare pencher vers l'opinion que la force épipolique est la même que la force capillaire; toutefois, ajoute-t-il, si elle est la même, « elle offre sur les surfaces planes des phénomènes tellement différents de ceux qu'elle présente à la surface intérieure des tubes capillaires, qu'il faudra nécessairement la considérer comme ayant deux modifications distinctes. » Dans un autre endroit de son livre [2], l'auteur se demande si la force épipolique n'est pas la force expansive de la chaleur; selon lui, « il est extrêmement probable que l'agent impondérable qui est la cause de la chaleur est également la cause ou plutôt l'agent de la force épipolique; la chaleur produit le développement de la force épipolique comme, dans certaines circonstances, elle produit le développement de la force électrique, sans qu'on soit en droit pour cela de conclure que la chaleur et l'électricité sont des forces identiques. » Enfin Dutrochet avoue plus loin [3] qu'il n'aperçoit pas le mécanisme de l'action des causes par lesquelles la force épipolique est rendue manifeste; « mais ces causes, » dit-il, « ont une similitude fondamentale, laquelle est encore pour nous un secret. » On le voit, Dutrochet a soupçonné l'existence d'une force particulière dans la couche superficielle des liquides, mais il n'a pu définir cette force; de là l'obscurité dans les idées qu'il émet pour rendre raison des nombreux faits dont il s'occupe.

§ 32. Parmi les théories proposées pour expliquer les mouvements d'extension d'une goutte liquide sur un autre liquide, nous rencontrons, en premier lieu, l'hypothèse de Franklin qui attribue aux molécules des liquides qui s'étalent une force de répulsion mutuelle; déjà l'abbé Mann (§ 18) a

[1] *Recherches physiques sur la force épipolique*, p. 21.
[2] *Ibid.*, p. 62.
[3] *Ibid.*, p. 72.

combattu cette théorie en faisant remarquer qu'immédiatement après l'extension, la lame se transforme en une série de petites masses lenticulaires. Plus tard, l'hypothèse de Franklin fut posée en principe par Fusinieri et par Mile : selon le premier de ces physiciens, il se produit, nous l'avons vu (§ 21), dans une masse liquide réduite à une minceur suffisante, un développement spontané de calorique, d'où résulte dans cette masse une rapide raréfaction et une légèreté spécifique plus grande. Cette opinion, que Fusinieri n'appuie d'ailleurs sur aucun fait positif, me paraît insoutenable à priori : comment admettre, en effet, qu'une goutte de sulfure de carbone placée sur l'eau distillée ait une température plus grande à son bord que dans le reste de sa masse, alors que l'évaporation, étant au moins aussi énergique sur ce bord mince qu'aux autres points de la surface de la goutte, doit refroidir, au contraire, plus tôt le liquide sous-jacent que ne le font les couches plus épaisses du liquide volatil? Comment concilier ensuite le vif étalement de la goutte avec une plus grande légèreté spécifique, puisque la densité croît en général quand la température diminue, et que cet étalement si favorable à l'évaporation doit nécessairement amener un abaissement subit de température? J'ajouterai que Fusinieri, n'ayant essayé l'étalement des liquides que sur l'eau et sur le mercure, ne pouvait arriver à des résultats généraux; aussi peut-on citer un grand nombre d'expériences totalement incompréhensibles dans la théorie de la force répulsive; je n'en rapporterai, pour le moment, qu'une seule : le sulfure de carbone s'étend vivement sur l'eau pure, tandis que, sur une solution de savon, il conserve, jusqu'à sa disparition complète, la forme lenticulaire qui devrait donner lieu, d'après l'hypothèse ci-dessus, à l'extension de la goutte. Quant à la théorie de la force répulsive telle que l'expose Mile (§ 24), je crois ne pas devoir y insister : le fait que je viens d'énoncer me paraît suffire pour la rendre inacceptable ; nous verrons d'ailleurs plus loin d'autres faits du même genre.

En second lieu, on a regardé les phénomènes dont il s'agit comme de simples conséquences des lois de l'hydrostatique; on peut objecter à cette opinion, soutenue par l'abbé Mann et Van Beek (§ 18), que la force vive acquise par une gouttelette d'huile, par exemple, au moment où elle est déposée sur l'eau, et l'action de la pesanteur qui tend à mettre toutes les molé-

cules de cette petite masse au même niveau, ne font nullement comprendre l'extrême énergie des mouvements observés; d'autre part, quand une lame d'huile est étalée, elle ne demeure pas en équilibre, mais se transforme, ainsi qu'il vient d'être dit, en un très-grand nombre de lentilles; or cette transformation est directement contraire à l'explication proposée.

Mentionnons, en troisième lieu, l'hypothèse de Dutrochet, d'après laquelle les phénomènes en question sont dus au développement de la force épipolique; nous avons vu, dans le paragraphe précédent, que les considérations relatives à cette force sont très-vagues et semblaient fort peu claires à l'auteur même qui les a émises.

En quatrième lieu se présente la théorie de M. Tomlinson, en vertu de laquelle l'extension d'un liquide sur un autre aurait pour cause une sorte de lutte entre l'adhésion des deux corps qui sont en contact et la cohésion du liquide susceptible de s'étaler. Cette manière d'envisager la question ne se prête guère à l'explication de certains phénomènes; c'est ce que M. du Bois-Reymond[1] démontre comme suit : « L'un des principaux faits de la capillarité consiste en ce qu'un liquide qui mouille un corps tend à empiéter sur lui, c'est-à-dire à occuper une surface de plus en plus grande à partir du bord qui limite ce liquide. Dès qu'une particule de celui-ci a touché quelque part la surface du corps, elle y adhère; et les autres molécules qui tendent aussi à se mettre en contact avec cette surface doivent passer par-dessus la première particule. Or, on ne peut absolument pas comprendre comment l'adhésion pourrait communiquer au liquide sur lequel on dépose une substance les mouvements intérieurs ou superficiels que l'observation constate. Ainsi, quand l'alcool s'étale sur l'huile, il ne gagne pas de terrain pendant que son bord avance; au contraire, du moment qu'il adhère à la surface, il conserve son adhérence et c'est de l'intérieur même de sa masse qu'émane la force produisant l'extension. » Sauf le dernier point, d'après lequel la force d'expansion aurait son siége à l'intérieur du liquide étalé, le raisonnement de M. du Bois-Reymond me paraît rigoureux et suffisant pour rendre peu acceptables les idées théoriques de M. Tomlinson. De plus, ce qui est en contradiction

[1] Voir le travail cité au commencement du § 27.

formelle avec ces dernières, c'est, comme l'a dit encore le physicien allemand, la répulsion apparente entre l'eau et l'alcool, l'éther ou l'essence de térébenthine, ou bien entre l'huile et l'éther : par exemple, une goutte d'éther mise près du bord de la surface d'une petite masse d'huile reposant sur le fond d'un vase s'étale rapidement en chassant devant elle cette masse qui ne laisse pas de traces perceptibles sur la portion superficielle qu'elle a quittée. On le voit, ce phénomène se manifeste même avec des liquides ayant l'un pour l'autre une assez forte affinité; de cette manière, on peut dire que la répulsion apparente a lieu malgré l'adhésion.

J'arrive maintenant à l'explication proposée par M. J. Thomson, bien que ce savant ne l'ait appliquée qu'à un seul genre de phénomènes. Voici comment il s'exprime au début de sa note citée plus haut (§ 28) : « Suivant la théorie de Young généralement admise aujourd'hui, on peut se rendre compte des phénomènes de l'attraction capillaire dans les liquides par l'existence de forces équivalentes à une tension superficielle de ces liquides, tension égale dans toutes les directions et indépendante de la forme de la surface. La tension n'est pas la même chez les différents liquides; ainsi l'on trouve que, pour l'alcool, elle est plus faible que pour l'eau. Ce fait fournit une explication des mouvements très-curieux qu'on peut observer, dans certaines circonstances, à la surface des liqueurs alcooliques. » Comme on le verra dans la suite de mon travail, M. Thomson était bien près de la théorie plausible non-seulement des faits isolés qu'il décrit, mais encore d'une foule de phénomènes étranges que jusqu'alors on n'avait pu rattacher à un seul et même principe; si l'auteur n'a pas généralisé ses expériences, c'est, selon moi, uniquement parce qu'à ses yeux la tension n'était qu'une force purement hypothétique et dont l'action équivalait à celle des pressions capillaires. Cela me paraît d'autant plus vrai que M. Thomson ne donne aucun chiffre concernant les valeurs réelles de la force contractile ou tension, et que Young, dont il invoque les idées, laisse complétement dans le doute la question de savoir si la tension existe en réalité, ou si les choses se passent comme sous l'influence d'une telle force [1].

Signalons encore, pour terminer cette discussion, le rapprochement si

[1] Voir la 2me note du § 18.

ingénieux (§ 23) fait par Frankenheim entre la hauteur capillaire d'un liquide et l'énergie avec laquelle s'effectue son extension sur un autre liquide : en multipliant cette hauteur par la densité, on obtient un produit qui ne diffère de la tension du liquide que par un facteur constant; cela étant, l'éther, l'alcool et l'essence de térébenthine pour lesquels ce savant donne les hauteurs capillaires respectives 5,6, 6,1 et 6,7 dans un tube de 1^{mm} de rayon, ont respectivement pour tensions à 15° 1,88, 2,47 et 2,93. Ainsi l'ordre dans lequel ces substances sont rangées au point de vue de la tension est le même que celui qui se rapporte à leurs hauteurs capillaires; seulement la proportionnalité entre ces deux éléments est loin d'avoir lieu : car, tandis que les nombres donnés par Frankenheim sont entre eux comme 1 : 1,0893 : 1,964, les trois tensions ci-dessus sont entre elles comme 1 : 1,313 : 1,548. Or, je démontrerai, dans la suite de ce travail, que la facilité d'extension d'un liquide sur un autre augmente, toutes choses égales d'ailleurs, à mesure que la force contractile du premier diminue; on pourra voir mieux alors jusqu'à quel point l'idée de l'auteur était heureuse.

§ 33. Après avoir indiqué les principaux résultats concernant la question que je me suis proposée, et examiné les hypothèses à l'aide desquelles on a essayé de les expliquer, je vais passer à l'objet principal de ce mémoire, consistant à faire connaître quelques conséquences immédiates du principe général de la tension superficielle (§ 1), à l'aide desquelles je pourrai interpréter les faits signalés plus haut et qui fourniront une théorie bien simple de toutes les expériences du même genre. Ainsi que je l'ai dit (§ 4), je ne traiterai actuellement que des cas où il ne s'exerce pas d'action chimique entre les corps mis en présence.

THÉORIE NOUVELLE.

—

PROPOSITION I.

§ 34. *Soient* a *et* b *les tensions superficielles respectives de deux liquides* A *et* B, *dont le second est supposé très-volatil et plus ou moins soluble dans le premier, ou tout au moins susceptible d'adhérence avec lui; versons le li-*

quide A *dans une large capsule parfaitement nettoyée, puisons, à l'aide d'un tube capillaire, par exemple, une petite quantité du liquide* B, *et amenons l'extrémité de ce tube verticalement au-dessus et très-près de la surface de* A; *si* a *est notablement supérieur à* b, *on verra aussitôt la couche sous-jacente se mouvoir vers le bord de la capsule, ce qui fera naître une dépression circulaire d'autant plus forte que la tension* a *dépassera davantage* b; *si ces quantités sont peu différentes entre elles, on n'observera aucun mouvement à la surface du liquide* A; *enfin, si* b *est plus grand que* a, *il se développera parfois un courant centripète, c'est-à-dire que la partie située au-dessous du tube tirera vers elle les portions superficielles voisines.*

En effet, si la vapeur du liquide B se dissout plus ou moins dans A ou y demeure adhérente, et qu'en outre a soit de beaucoup supérieur à b, la tension devient moindre dans la partie du liquide située au-dessous du tube capillaire que dans les portions environnantes; celles-ci exercent donc sur cette partie une traction nettement accusée par la répulsion apparente des particules qui flottent sur le liquide; or, dans le mouvement engendré de cette façon, la couche superficielle entraîne les molécules situées immédiatement au-dessous, et ainsi se produit une dépression; ce mouvement, s'il est assez énergique, peut, on le comprend, donner lieu à des ondes qui se propagent à la surface du liquide. Dans le cas où b l'emporte, au contraire, sur a, la portion sous-jacente acquiert une tension plus grande, et, à moins qu'il n'y ait des résistances trop fortes, attire à elle la couche environnante.

§ 35. Ces considérations, qui constituent des conséquences immédiates du principe général de la tension superficielle (§ 1), sont vérifiées par les expériences suivantes :

1° A, eau distillée à 20° (à cette température, la tension a de l'eau distillée est de 7,3 milligrammes par millimètre de longueur [1]); B, éther sulfurique ($b = 1{,}88$); $\frac{a-b}{a} = 0{,}74$. Quand le diamètre intérieur du tube

[1] Je dirai ici, une fois pour toutes, que les tensions dont je ferai usage dans ce travail ont été prises dans la troisième partie du cinquième mémoire de M. Dupré sur la *Théorie mécanique de la chaleur* (Ann. de chim. et de phys., 4me série, t. IX, p. 303), ou bien mesurées par moi à l'aide d'un procédé qui revient à celui de l'aréomètre de M. Dupré (2me partie de ce cinquième mémoire, mêmes Annales, t. VII, p. 278).



contenant l'éther n'est que d'une fraction de millimètre, la dépression formée à la surface de l'eau est très-sensible : avec un tube de 2^{mm} de diamètre intérieur, on observe une concavité de 4 à 6 centimètres de largeur, et les particules légères qui flottent sur le liquide sont repoussées vivement vers le bord du vase. Si, comme le dit M. Tomlinson, on approche un doigt mouillé d'éther, l'effet est plus énergique encore, et il se propage un système d'ondes à la surface de l'eau. Lorsqu'on opère sur une couche liquide ayant au plus 2^{mm} d'épaisseur, on voit naître un espace circulaire où le fond du vase est mis à nu, et qui persiste aussi longtemps qu'il se dégage de la vapeur d'éther. Il est aisé, d'après cela, de se rendre compte d'un fait curieux observé par B. Prévost : quand on dépose sur l'eau pure contenue dans une assiette, des fragments de feuilles d'or ou d'étain, ceux-ci exécutent des mouvements spontanés, à l'instant où l'on place, au-dessus de l'assiette et à 20^{mm} de distance, une petite capsule contenant quelques gouttes d'éther.

Ce qui s'accorde pleinement avec la théorie que je propose, ce sont les expériences suivantes, qui complètent une observation déjà faite par M. Tomlinson (§ 30) : si, au lieu d'employer de l'eau pure, on prend de l'eau contenant $\frac{1}{30}$ de son volume d'éther (mes mesures ont donné 5,1 pour la force contractile de ce mélange), le phénomène est moins marqué; quand le volume d'éther est $\frac{1}{15}$ de celui de l'eau, la tension est abaissée à 4,85 et les mouvements sont moins intenses encore; avec un mélange de 10 parties d'eau et de 1 partie d'éther, l'ondulation est à peine appréciable; enfin celle-ci disparait entièrement, comme l'a constaté M. Tomlinson, lorsque le liquide contient environ $\frac{1}{7}$ de son volume d'éther; la tension n'est plus alors que 4 à fort peu près. On comprend maintenant pourquoi, ainsi que l'a dit le physicien anglais, l'action recommence quand on a fait bouillir le mélange d'eau et d'éther; c'est que, par suite de l'évaporation du liquide volatil, la tension est redevenue plus grande.

Ces faits me semblent prouver nettement que le phénomène n'est pas dû au choc de la vapeur d'éther contre la surface du liquide; car s'il y a un choc, il ne peut provenir que de la pression exercée par cette vapeur, pression qui n'est évidemment pas diminuée par celle de la vapeur émanée de la surface sur laquelle on opère; conséquemment, avec un mélange d'eau et

d'éther, l'impulsion serait au moins aussi énergique que dans le cas de l'eau pure, ce qui est contraire à l'observation.

Voici d'ailleurs des expériences plus concluantes encore pour combattre la théorie de la répulsion mécanique qu'éprouverait le liquide. En premier lieu, quand on a touché préalablement la surface de l'eau distillée avec le doigt, la dépression formée par la vapeur d'éther est à peine visible et n'a que quelques millimètres de largeur, au lieu de s'étendre à plusieurs centimètres; c'est que la force contractile du liquide n'est plus alors que d'environ 4,5; la surface est recouverte d'une pellicule grasse qui est, à la vérité, entièrement invisible, mais qui exerce, on le voit, une très-grande influence sur la tension superficielle. Cette expérience montre, d'une manière frappante, de quelle importance est la pureté des appareils et des liquides employés quand on veut observer les phénomènes relatifs à l'action des forces moléculaires.

En second lieu, si l'on opère non sur de l'eau pure, mais sur une solution composée de 1 partie en poids de savon et de 100 parties d'eau, l'action devient absolument nulle; ce fait, qui paraît surprenant au premier abord, s'explique immédiatement par la remarque que la force contractile d'une solution même très-faible de savon est peu différente de 3.

Enfin je rappellerai ici l'effet produit par l'approche d'une tige de fer rougie sur les particules qui flottent à la surface de l'eau pure (§ 3); il est évident que, pour rendre raison de cet effet, on ne peut invoquer l'impulsion provenant d'une émanation quelconque du corps échauffé.

2° A, eau distillée; B, alcool absolu ($b=2,5$); $\frac{a-b}{a}=0,66$. Avec ce dernier liquide, le phénomène est de même nature qu'avec l'éther, seulement il est moins prononcé; cela n'est pas étonnant, puisque la différence $a - b$ est actuellement moindre. Comme je l'ai fait voir plus haut, il faut que la surface de l'eau soit parfaitement exempte de toute couche graisseuse. Les ondulations sont plus faibles quand la vapeur agit sur un mélange d'eau et d'alcool, et s'annulent dès que l'eau renferme environ le tiers de son volume d'alcool.

Les résultats qu'on obtient avec l'esprit de bois ($b=2,41$), l'éther acétique ($b=2,5$) et certains échantillons d'huile de pétrole ($b=2,6$ à peu près) sont analogues à ceux que donne l'alcool.

3° A, eau distillée; B, essence de térébenthine ($b=2,91$); $\frac{a-b}{a}=0,60$. Ici le mouvement centrifuge observé sur l'eau est très-faible, mais parfaitement appréciable. L'essence de térébenthine étant beaucoup moins volatile que l'éther ou l'alcool, et, en outre, très-peu soluble dans l'eau distillée, on comprend sans peine pourquoi le phénomène est si peu marqué.

4° A, huile d'olive ($a=3,5$); B, éther sulfurique; $\frac{a-b}{a}=0,462$. Le mouvement à la surface de l'huile est accusé par les parcelles de poussière flottantes qui s'écartent à l'approche du tube contenant l'éther; l'expérience devient beaucoup plus nette lorsqu'on ne donne à la couche d'huile qu'une épaisseur d'environ 1^{mm}; alors, au bout de 10″ à 20″, il se forme un espace circulaire où le fond du vase est mis à nu.

On peut constater les mêmes effets avec un grand nombre d'huiles, sinon avec toutes.

5° A, huile d'olive; B, alcool; $a-b=1$; $\frac{a-b}{a}=0,29$. Quand l'huile est étalée en couche mince, on la voit parfaitement s'écarter de la portion sous-jacente au tube, sous l'action prolongée de la vapeur d'alcool.

Ici se présente, du moins en apparence, une singulière anomalie : comment, en effet, une différence de tension égale à 1 peut-elle produire une action quand la vapeur d'alcool agit sur l'huile, alors qu'une différence de tension égale à 2,12 ne détermine aucun mouvement dans le cas de la vapeur d'éther agissant sur un mélange de 7 parties d'eau et de 1 partie d'éther? Je m'explique cette particularité par les considérations suivantes : en premier lieu, l'éther se dissout très-difficilement dans un mélange d'un volume d'éther et de 7 volumes d'eau, tandis que l'alcool est très-soluble dans l'huile; secondement, il résulte des recherches de M. Plateau [1] que la viscosité superficielle, c'est-à-dire la plus ou moins grande difficulté que possèdent les molécules superficielles à se déplacer, est certainement plus forte dans le mélange d'éther et d'eau que dans l'huile d'olive. Ce qui me confirme dans cette opinion, c'est l'action de la vapeur d'éther sur le carbonate de soude ($a=4,28$), qui, d'après les recherches rappelées ci-dessus, a une

[1] *Recherches expérimentales et théoriques sur les figures d'équilibre d'une masse liquide sans pesanteur*, 8me série, §§ 35, 42 et 43 (Mém. de l'Acad. roy. de Belgique, t. XXXVII).

grande viscosité superficielle; avec ce dernier liquide, j'ai constaté à peine une légère trépidation et un faible déplacement des particules flottant à la surface. La vapeur d'éther ne produit absolument pas d'effet sur le mélange de 1 partie en poids de saponine et 60 parties d'eau distillée ($a = 4,67$) : c'est que la viscosité à la surface de cette solution est énorme. Plus loin je signalerai d'autres effets curieux de la viscosité superficielle des liquides.

6° A, sulfure de carbone ($a = 3,57$); B, alcool; $\frac{a-b}{a} = 0,30$. Dans ce cas, l'expérience est un peu plus difficile, car les particules surnageantes à la surface du sulfure de carbone s'y déplacent constamment, et ainsi l'action qu'il s'agit de constater sur ces particules quand on approche une gouttelette d'alcool peut être troublée par les mouvements spontanés ci-dessus; cependant, lorsqu'on tient le tube contenant l'alcool suffisamment près d'une des parcelles, on voit presque toujours celle-ci s'éloigner.

Arrêtons-nous un moment sur la cause de ces mouvements spontanés des particules; je crois qu'ils peuvent s'expliquer de la manière suivante : l'évaporation étant toujours accompagnée d'un abaissement de température doit nécessairement augmenter la tension superficielle du liquide d'une quantité d'autant plus grande que la température devient moindre (§ 3); si donc, aux différents points situés autour d'une parcelle flottante sur le sulfure de carbone, celui-ci ne s'évapore pas également vite, il doit en résulter des tensions inégales en ces points, et conséquemment la parcelle ne pourra pas demeurer immobile; or, on le conçoit, les plus petites influences telles que de très-légers courants d'air doivent amener des différences dans le degré de saturation de l'espace au-dessus de ces divers points du liquide; ainsi, en général, l'évaporation n'a pas partout la même énergie, et la tension varie d'un point à un autre.

Citons quelques faits à l'appui de cette manière de voir : quand on ferme hermétiquement le vase où se trouve le sulfure de carbone, les particules cessent bientôt de se mouvoir; lorsque la moitié seulement du vase est recouverte, par exemple, d'une plaque de verre, on aperçoit les parcelles flottant sur la partie abritée contre les agitations de l'air se diriger vers la portion qui s'évapore librement. Cette expérience réussit également avec l'alcool, mais d'une façon moins prononcée, sans doute parce que ce liquide

est moins volatil que le sulfure de carbone, et que, de plus, il a une capacité calorifique triple de celle de ce dernier. On peut expliquer, par des considérations analogues, les mouvements plus ou moins vifs qu'on observe presque toujours à la surface d'un liquide quelconque qui s'échauffe ou qui se refroidit.

7° A, alcool absolu; B, sulfure de carbone; $\frac{a-b}{b} = -0,30$. Puisque la différence des tensions des deux liquides est négative, il faut qu'il se réalise, dans le cas actuel, non plus un mouvement centrifuge par rapport à la portion du liquide A soumise à l'action de la vapeur de B, mais bien un mouvement centripète, conformément à la troisième partie de la proposition I. Cette expérience permet, on le voit, de soumettre ma théorie à une épreuve décisive. Voici comment j'ai opéré : j'ai déposé sur l'alcool contenu dans une capsule de 20 à 25 centimètres de largeur, quelques particules organiques très-légères (c'étaient de petits fragments d'enveloppes de graines), puis, tenant très-près de la surface un tube effilé qui avait au plus 1^{mm} de diamètre extérieur, et qui portait une gouttelette de sulfure de carbone, j'ai pu constater, en réalité, l'attraction des parcelles distantes de 4^{mm} à 5^{mm} du point situé au-dessous de la gouttelette; quand elles étaient arrivées sous le bord du tube, elles demeuraient stationnaires.

Ce fait me paraît avoir une grande importance; car, tandis qu'il est en contradiction complète avec l'hypothèse de la force répulsive, il constitue un corollaire très-simple de la théorie que je cherche à établir : en effet, la vapeur de sulfure de carbone se déposant à la surface de l'alcool en augmente un peu la tension et provoque ainsi l'attraction des particules voisines.

Quand, au lieu d'un tube capillaire très-fin, j'employais un tube de 3^{mm} à 4^{mm} de diamètre extérieur, les particules étaient attirées d'abord jusque près de la goutte, puis immédiatement repoussées; voici, je pense, la cause de ce phénomène. Le passage de l'état de vapeur du sulfure de carbone à l'état liquide doit élever légèrement la température de la portion sous-jacente, et, en outre, l'évaporation de celle-ci doit être diminuée par suite du voisinage immédiat du tube et de la vapeur de sulfure; pour ce double motif, les portions alcooliques environnantes qui s'évaporent librement peuvent acquérir une tension qui contrebalance la force contractile devenue un peu plus grande

au-dessous du tube par le dépôt du liquide volatil, et peut même quelquefois l'emporter sur elle, quand le tube est assez large; voilà pourquoi, après avoir constaté alors le rapprochement des parcelles, on observe ensuite une légère répulsion.

Désirant m'assurer de l'exactitude de cette explication, j'ai varié les expériences, et toujours j'ai trouvé que si l'évaporation est gênée en certains points de la surface de l'alcool, les portions voisines s'écartent de ces points; par exemple, quand j'approchais d'une particule flottante l'extrémité du tube mouillée d'une goutte d'alcool, cette particule fuyait, parce que, dans ce cas, il ne pouvait plus se produire une augmentation de tension comme lors du dépôt de la vapeur de sulfure de carbone; il suffisait même de tenir simplement fort près de la parcelle l'extrémité d'un tube sec ayant 3^{mm} à 4^{mm} de diamètre extérieur, pour voir s'écarter le corps flottant, à cause de l'état de saturation de l'espace sous-jacent et, par conséquent, du maintien de la température de la surface au-dessous du tube.

8° A, sulfure de carbone; B, essence de térébenthine; $\frac{a-b}{a}=0,19$. Ici on n'observe plus aucune répulsion; peut-être faut-il attribuer cette absence totale d'effet principalement à ce que la vapeur du sulfure de carbone étant plus pesante que celle de l'essence empêche celle-ci de se déposer sur la surface du premier liquide et y rend ainsi la variation de tension impossible.

En revanche, quand on fait agir la vapeur de sulfure de carbone sur l'essence de térébenthine saupoudrée de lycopode, on observe nettement que les particules voisines de l'extrémité du tube se meuvent vers celle-ci et produisent ainsi un courant centripète; cette action s'explique absolument comme celle de la vapeur de sulfure de carbone sur l'alcool.

L'essence de lavande ($a=2,92$) et l'huile de pétrole ($a=2,6$ à $2,8$) se comportent de la même manière que l'essence de térébenthine.

J'ai soumis également à l'influence de la vapeur du sulfure de carbone une solution de savon de Marseille ($a=2,8$); il ne s'est manifesté aucun mouvement, bien que la différence $a-b$ soit un peu plus grande que dans le cas de l'essence de térébenthine; cette particularité est due, sans doute, à ce que le sulfure de carbone est insoluble dans l'eau.

9° A, mercure ($a=49$); B, éther sulfurique; $a-b=47,12$; $\frac{a-b}{a}=0,96$;



les molécules superficielles du mercure sont vivement repoussées tout autour du tube; mais la moindre couche de vapeur condensée, de graisse ou d'huile adhérente à la surface du liquide, suffit pour affaiblir et même pour annuler complétement l'action, parce qu'alors la force contractile du mercure est fort amoindrie.

L'alcool, l'huile de pétrole, le sulfure de carbone, etc., produisent des effets analogues sur le mercure; quant à la vapeur d'ammoniaque, elle attire, au contraire, les particules voisines qui flottent sur le liquide; Fusinieri rapporte ce fait sans en rendre raison; comme j'attribue le phénomène à une action chimique, j'y reviendrai dans un autre travail.

§ 36. Les expériences précédentes fournissent immédiatement l'explication des faits observés par M. Tomlinson en ce qui concerne l'action des vapeurs sur des lames d'huile étalées à la surface d'un autre liquide. Et d'abord, ce physicien a constaté que, sous l'influence de la vapeur d'éther, une lame d'huile est légèrement déprimée et montre souvent de beaux anneaux colorés (§ 29). D'après la proposition I du paragraphe précédent, cet effet est dû à ce que la vapeur d'éther, se dissolvant très-bien dans les huiles, doit diminuer la tension de la partie laminaire qui est la plus exposée; il s'ensuit un appel du liquide vers la périphérie, par conséquent, une dépression centrale et une succession de couches de plus en plus épaisses à partir du centre.

Un autre fait, cité par M. Tomlinson, consiste, on l'a vu (*ibid.*), en ce que la vapeur d'essence de térébenthine produit des apparences analogues sur une lame de la même essence étalée, par exemple, sur l'eau distillée; l'auteur regarde cette expérience comme prouvant d'une manière péremptoire que les vapeurs des liquides volatils sont douées d'une force répulsive. Mais ce qui, je pense, a induit ce physicien en erreur, c'est qu'il a attribué l'apparition des anneaux sur la lame à un amincissement de la portion soumise à l'action de la vapeur, tandis qu'ils proviennent, au contraire, d'une augmentation d'épaisseur. Voici comment je démontre cette particularité : je dépose une ou deux gouttes d'essence de térébenthine sur l'eau distillée, jusqu'à ce que je juge, par la succession des couleurs, que la lame étalée ait partout, ou au moins sur une assez grande étendue, la teinte du blanc du premier ordre; j'approche alors un tube ayant 2^{mm} à 3^{mm} de diamètre extérieur et portant une goutte

de la même essence; aussitôt la portion sous-jacente se colore successivement du jaune, puis de l'orangé et du rouge du premier ordre, et les portions voisines semblent exercer sur elle une traction qui détermine à son centre un nouvel amincissement jusqu'au moment où reparaît le blanc du premier ordre, immédiatement au-dessous du tube; alors j'obtiens un système d'anneaux qui, à partir du blanc central, montre le jaune, l'orangé et le rouge du premier ordre, ensuite le violet, l'indigo et le bleu du second, enfin les mêmes couleurs dans l'ordre inverse jusqu'au blanc extérieur au système. Les premières teintes qui apparaissent indiquent évidemment une augmentation d'épaisseur produite par le dépôt de la vapeur d'essence de térébenthine; or, ainsi que je le ferai voir plus loin, la tension de l'eau recouverte d'une mince couche de cette essence diminue, du moins jusqu'à une certaine limite, à mesure que l'épaisseur de cette couche augmente; on comprend donc que la tension devenant moindre dans la partie colorée, les portions environnantes écartent celle-ci du centre, jusqu'à ce que le blanc du premier ordre se développe de nouveau à ce centre; alors les anneaux demeurent stationnaires, ou même quelquefois se resserrent légèrement en vertu de la tension de la partie centrale. Dès ce moment, le dépôt d'une nouvelle quantité de vapeur d'essence ne fait plus que changer très-peu l'aspect et le diamètre des anneaux, de telle sorte que le blanc central se maintient. Quand on éloigne le tube, les anneaux ne tardent pas à disparaître et la teinte blanche à se rétablir partout.

§ 37. On peut soumettre l'exactitude de la proposition I à une autre vérification intéressante. Si la vapeur agissant sur une lame liquide de très-petites dimensions appartient à un liquide dont la tension est très-faible, et diminue moins la force contractile de la lame que celle du liquide ambiant, il faut qu'au lieu d'un étalement de cette même lame, on constate, au contraire, la réunion de toutes ses parties. L'expérience confirme pleinement cette déduction. Je dépose une gouttelette d'huile d'olive sur l'eau pure; il se forme aussitôt une lame qui se subdivise en un grand nombre d'autres très-petites et demeurant lenticulaires; si j'approche alors d'une de ces lentilles un tube capillaire contenant un peu d'éther sulfurique, elle se contracte immédiatement, pourvu qu'elle n'ait pas plus de 3^{mm} à 4^{mm} de diamètre; lorsqu'elle est plus large, il



se produit deux effets : elle se creuse vers le milieu et se renfle vers le bord; c'est que, dans ces conditions, la force contractile de la partie de l'huile située au-dessous du tube est beaucoup diminuée.

J'ai cité (§ 29) deux expériences fort curieuses de M. Tomlinson, qui confirment entièrement le résultat précédent : d'après ce savant, une petite lame d'huile de lavande est amincie par la vapeur d'éther, tandis qu'elle est ramassée par la vapeur de benzine; effectivement, la tension de l'huile de lavande, 2,92, est comprise entre celle de l'éther, 1,88, et celle de la benzine, 3,15.

§ 38. Une conséquence immédiate de la proposition I, c'est que, *si, au lieu d'une gouttelette d'un liquide* B, *on se sert d'une parcelle d'un corps solide très-volatil et émettant une vapeur plus ou moins soluble dans le liquide* A, *il doit se produire, à la surface de celui-ci, un courant centrifuge toutes les fois que, par l'influence de cette vapeur, la force contractile de* A *éprouve une diminution notable.*

On sait, en effet, depuis les observations de Prévost [1], que si l'on tient un morceau de camphre très-près de la surface de l'eau pure contenue dans une large capsule et saupoudrée de lycopode, la couche superficielle se meut vivement vers le bord; on peut encore opérer, comme le faisait Biot, sur une mince couche d'eau mouillant une assiette de porcelaine; à l'approche du camphre, le liquide s'écarte en laissant à nu un espace circulaire dont le bord est partout à la même distance du corps volatil. Ces mouvements proviennent de ce que l'eau dissout, en très-faible quantité, il est vrai, la vapeur du camphre et ne conserve plus alors qu'une tension peu différente de 4,5; j'ai obtenu cette valeur pour la force contractile de l'eau agitée préalablement avec quelques morceaux de camphre. Les expériences ne réussissent plus avec de l'eau camphrée, ni avec de l'eau de savon, ni avec de l'eau à la surface de laquelle on a déposé une goutte d'huile d'olive, etc.; dans tous ces cas, l'excès de tension est nul ou trop faible pour produire aucun mouvement.

J'ai obtenu également des courants centrifuges plus ou moins intenses, en substituant au camphre des fragments d'acide acétique cristallisable ou

[1] Voir la note du § 12.

d'acide phénique, et à l'eau distillée le mercure ou une solution saline à un degré convenable de saturation; dans chacune de ces expériences, la vapeur dégagée diminuait la tension du liquide sous-jacent et détruisait conséquemment l'équilibre de la couche superficielle.

Nous pouvons maintenant comprendre sans peine pour quelle raison un petit disque de mica, portant une parcelle de camphre, exécute des mouvements brusques à la surface de l'eau et du mercure (§§ 9 et 12); c'est que la vapeur du camphre se dépose irrégulièrement autour du corps flottant, diminue, par conséquent, la tension du liquide ambiant de quantités inégales aux différents points influencés, et donne ainsi lieu à des mouvements de translation et de rotation. Si M. Tomlinson n'a pas observé les déplacements causés de cette façon à la surface de l'eau distillée (§ 15), c'est, je pense, parce que, au lieu de se servir d'une parcelle de camphre placée sur un petit support en liége de 4 à 5 millimètres carrés de surface, il a employé un morceau de camphre de la grandeur d'un petit pois, et qui, joint au support métallique (c'était une feuille d'étain) destiné à porter le corps volatil, exigeait nécessairement une force assez grande pour se mettre en mouvement; d'ailleurs, la grande quantité de vapeur dégagée dans ces conditions pouvait rendre à fort peu près égales les variations apportées à la tension de l'eau ambiante, de manière à ne produire aucune tendance au déplacement. J'ajouterai que, dans tous les cas, il est bon, si l'on veut observer des mouvements, de placer la parcelle de camphre à des distances inégales des divers points du contour du petit support, afin que les différences de tension autour du corps flottant soient aussi grandes que possible.

PROPOSITION II.

§ 39. *Lorsque, à la surface d'un liquide* A *de tension* a, *on dépose une gouttelette d'un liquide* B, *ayant une tension* b *notablement plus petite que* a, *on voit généralement cette gouttelette s'étendre en une couche mince qui montre parfois de belles couleurs. Quand* b *est, au contraire, supérieur ou bien peu inférieur à* a, *la gouttelette, au lieu de s'étaler, prend une forme lenticulaire qu'elle conserve indéfiniment. Il suit de là que, si un liquide* B

est susceptible de s'étaler sur un autre liquide A, *il n'est pas possible que* A *s'étende sur* B.

Ces nouvelles conséquences du principe général du § 1 se vérifient d'une infinité de manières : en effet, on peut regarder comme des applications très-simples de ce même principe, un nombre extrêmement grand d'expériences décrites depuis longtemps, mais expliquées jusqu'à ce jour à l'aide d'hypothèses fort peu satisfaisantes. Il serait trop long de les passer toutes en revue; mais j'espère que les exemples que je vais citer à l'appui de ma deuxième proposition, fourniront d'eux-mêmes la théorie d'une multitude d'autres faits du même genre.

§ 40. Pour rendre les expériences de vérification plus frappantes, je me suis efforcé de trouver un procédé qui me permît de limiter une couche liquide d'une faible tension à la surface d'un liquide ayant une tension plus forte; après avoir vainement employé divers corps filiformes destinés à constituer un contour qui séparât nettement la surface du liquide étalé de celle où s'opérait l'extension, j'ai fini par me procurer une matière très-légère et flexible, qui ne se laisse que difficilement traverser ou franchir dans les conditions dont il s'agit : je veux parler du fil de soie vierge, c'est-à-dire d'un assemblage de dix à quinze fils de cocon juxtaposés et sans torsion. Voici comment je prépare une expérience :

Je prends une longueur d'environ 12 centimètres de ce fil, j'en noue les deux extrémités, je lave le contour à l'alcool, puis à l'eau distillée, et je le presse entre les feuillets d'un livre relié, afin de donner au contour une figure sensiblement plane et d'ailleurs quelconque. Quand je juge que ce résultat est atteint, je transporte le fil, à l'aide d'une tige de verre propre, à la surface du liquide A, et je me sers de la même tige pour amener tous les points du contour flexible en contact avec le liquide, sans qu'aucun d'eux soit plongé au-dessous du niveau. Je vais maintenant décrire les faits curieux que j'ai observés successivement avec les liquides dont les caractères m'ont paru les plus tranchés.

§ 41. 1° A, eau distillée ($a = 7{,}3$); B, éther sulfurique ($b = 1{,}88$); $\frac{a-b}{a} = 0{,}74$. Le contour en fil de cocon étant posé, comme il vient d'être

dit, à la surface de l'eau distillée contenue dans une large capsule, j'amène un tube portant une gouttelette d'éther [1] au-dessus de la portion limitée par le fil; aussitôt celui-ci éprouve de vives trépidations et manifeste une tendance à prendre la forme circulaire; cela provient évidemment de ce que la vapeur d'éther diminue la tension de la couche sous-jacente de l'eau, et qu'ainsi le fil obéit à la traction prédominante des parties extérieures. Cette observation confirme parfaitement ce que j'ai avancé précédemment quant à l'action des vapeurs sur les liquides à forte tension. Mais au moment où je dépose la gouttelette d'éther sur la surface de l'eau comprise dans le contour flexible, celui-ci se tend très-vivement en cercle; seulement, chose singulière, il revient aussitôt après sur lui-même. La tension si rapide du fil s'explique très-bien par la grande différence des forces contractiles de l'eau et de l'éther; mais on ne voit pas immédiatement pourquoi le fil ne conserve pas la forme circulaire; or, c'est là, selon moi, une conséquence de la grande volatilité de l'éther, laquelle refroidit beaucoup l'eau sous-jacente et en augmente ainsi la force contractile; quand l'éther a complétement disparu, l'excès de tension de l'eau intérieure au fil doit rapidement ramener celui-ci. De cette manière, je puis répéter un assez grand nombre de fois l'expérience, et le résultat est le même, pourvu que j'opère sur une grande et large masse d'eau distillée; sans cette précaution, les mouvements diminuent graduellement de vivacité.

Si, au lieu de déposer la gouttelette d'éther à l'intérieur du contour flottant à la surface de l'eau distillée, on la dépose à l'extérieur de ce contour, la surface comprise dans celui-ci décroît subitement, mais augmente aussitôt après; le premier effet constitue une vérification importante de la proposition II; quant au second, il s'explique encore par la grande volatilité de l'éther et l'augmentation qui en résulte dans la force contractile de l'eau.

Les éthers acétique et bromhydrique se comportent absolument comme l'éther sulfurique; c'est que les tensions de ces trois liquides diffèrent peu entre elles. L'alcool et l'esprit de bois, qui sont moins volatils et dont la ten-

[1] Pour que les effets observés soient comparables entre eux, il est bon de donner aux gouttelettes des liquides qu'on essaie des diamètres à peu près égaux; dans mes expériences, ces gouttelettes avaient toutes $1^{mm},5$ à 2^{mm} au plus de diamètre.

sion (2,5 environ) est sensiblement supérieure à 1,88, exercent des effets un peu moins intenses.

L'alcool dilué ayant une tension notablement supérieure à celle de l'alcool absolu (2° du § 35), il est actuellement très-facile de comprendre pourquoi, d'après les expériences de Schweigger-Seidel rapportées dans le § 22, une goutte d'essence de girofle, qui demeure lenticulaire sur l'alcool très-concentré, se déplace vivement sur l'alcool dilué, et s'étale presque aussi bien que les huiles à la surface de l'eau distillée.

On explique de même très-aisément l'expérience suivante, décrite par Dutrochet : une goutte d'eau distillée déposée sur une mince couche d'alcool, prend la forme hémisphérique, puis s'élargit avec lenteur tout en devenant plus épaisse, ce qui prouve que l'alcool environnant se joint à elle et accroît son volume; dans cette période d'extension et de gonflement à la fois, elle conserve assez longtemps une limite tranchée avec la couche d'alcool ambiante. Si la goutte est d'abord hémisphérique et augmente de volume, c'est parce que, en vertu de son excès de tension, l'eau attire fortement l'alcool; bientôt la petite masse s'affaisse, parce que la tension y diminue peu à peu, à cause de l'afflux continuel de l'alcool, et ce phénomène doit se prolonger notablement, puisqu'il faut un temps assez long avant que le mélange des deux liquides soit effectué et que la force contractile devienne partout la même.

§ 42. 2° A, eau distillée; B, solution de 1 partie au moins de savon de Marseille dans 40 parties d'eau distillée ($b = 2,83$); $\frac{a-b}{a} = 0,61$. Dès que la gouttelette de solution de savon touche la surface liquide intérieure au fil, on voit celui-ci prendre exactement la forme circulaire [1]; seulement il ne revient pas sur lui-même, comme dans le cas précédent; j'attribue cette différence à ce que, d'une part, l'eau de savon, n'étant pas plus volatile que

[1] Je rappellerai ici qu'en 1866, dans une note *Sur la tension des lames liquides* (Bullet. de l'Acad. de Belg., t. XXII, p. 308), j'ai démontré par un procédé analogue l'existence de la tension d'une lame de liquide glycérique : ayant inséré dans une lame plane un fil flexible dont les deux bouts étaient noués, je n'avais qu'à briser la portion laminaire intérieure au contour, pour qu'à l'instant même celui-ci, obéissant partout à la tension de la lame restante, dessinât une circonférence parfaite. Cette expérience m'a même fourni le moyen de mesurer la tension du liquide glycérique.



l'eau pure, ne produit aucun refroidissement sensible, et conséquemment pas d'augmentation de la force contractile; d'autre part, le principe huileux du savon diminue fortement et d'une manière définitive la tension de la partie du liquide sur laquelle s'est étalée la gouttelette. L'explication que j'ai donnée à propos de l'éther se trouve donc vérifiée d'une manière assez curieuse.

Ce qu'il y a de fort remarquable, c'est que le disque flottant limité par le fil ne demeure pas en repos; il se déplace vivement, va d'un point de la surface de l'eau à un autre, ou bien se met à tourner, et tout cela sans que la forme circulaire soit altérée. La raison de ces phénomènes bizarres me paraît très-naturelle : si le contour limité par le fil de cocon arrêtait absolument toute communication entre la lame d'eau de savon et la surface d'eau pure, il serait partout également tiré par la couche liquide extérieure et demeurerait en équilibre; mais il y a presque toujours, le long du contour, un ou plusieurs points où cette communication est encore possible, et où une petite quantité d'eau de savon franchit le fil dans une certaine direction, ce qui annule, dans ce sens, la traction extérieure qui sollicitait le contour en ces points; par conséquent, les forces à l'action desquelles est soumis le système ne sont plus égales entre elles, partout et dans tous les sens, et ne peuvent donc pas se faire équilibre. On conçoit que l'ensemble de ces forces est susceptible d'être remplacé ou bien par une résultante unique, et alors le fil n'éprouve qu'un mouvement de translation; ou bien par un couple, et, dans ce cas, on n'observe qu'un mouvement de rotation; ou enfin par une force unique et par un couple, et dans cette hypothèse, la lame circulaire se déplace en tournant sur elle-même. Les mouvements que je viens de signaler sont, on le sait, de tout point analogues à ceux des parcelles de certains corps sur l'eau distillée; les expériences précédentes jettent ainsi, comme je le montrerai bientôt, un grand jour sur la question de la gyration des substances solides à la surface des liquides.

En général, les mouvements dont il s'agit ne durent pas longtemps; il arrive un moment où la surface de l'eau extérieure au contour est recouverte d'une couche imperceptible d'eau de savon, qui diminue considérablement la tension; d'autre part, la petite quantité d'eau de savon se mêle au liquide sous-jacent; dès lors, le système de forces qui sollicite le fil ne peut plus

produire que des effets très-faibles, qui ne tardent même pas à s'annuler complétement.

Parfois il est très-facile de voir que le liquide s'échappe du contour circulaire pendant que celui-ci se meut; mais si la quantité du liquide qui passe au delà du fil n'est pas appréciable à l'œil, voici comment on peut nettement accuser sa présence en dehors du cercle : il suffit, avant d'amener au contact avec l'eau la goutte de solution de savon, de déposer sur la même surface un autre contour en fil de soie, également fermé, mais notablement plus grand, de telle manière qu'il enveloppe de toutes parts le premier et ne le touche en aucun point. Quand on opère le contact de la goutte d'eau de savon avec la surface intérieure au plus petit contour, on observe des deux choses l'une : ou bien le fil intérieur, après s'être façonné en circonférence, demeure immobile, et alors le fil le plus long ne se tend pas; ou bien, et c'est ce qui arrive le plus fréquemment, le premier se déplace plus ou moins vivement après s'être tendu, et, dans ce cas, le fil extérieur devient également circulaire.

Quand une lame mince d'eau de savon flotte, ainsi qu'il a été dit plus haut, à la surface de l'eau pure, on peut la soustraire aisément aux tractions extérieures émanant de ce liquide et constater ainsi sa propre tension. A cet effet, on fait passer la pointe d'une aiguille sous le fil de soie, près du bord intérieur de l'anneau, et l'on soulève graduellement celui-ci; dès le commencement de cette opération, on voit se former une petite lame courbe entre le liquide et les deux portions du fil qui se trouvent immédiatement à droite et à gauche du point qui repose sur l'aiguille, et les deux portions, obéissant à la force contractile de la lame d'eau de savon, force devenue libre de manifester son action, se rapprochent et finissent par s'accoler. A mesure qu'on soulève le fil davantage, les parties qui émergent successivement se disposent comme les premières, jusqu'à ce que toute la lame qui flottait primitivement se soit annulée; dès ce moment, les deux moitiés du fil se trouvent accolées. Cette expérience rend très-bien raison d'un effet que beaucoup de personnes ont pu constater : lorsqu'on plonge entièrement un anneau en fil très-flexible dans un liquide quelconque, et qu'on le retire ensuite, on observe toujours que les deux moitiés du fil sont collées l'une contre l'autre.

§ 43. 3° A, eau distillée; B, essence de térébenthine ($b=2,90$); $\frac{a-b}{a}=0,60$. Immédiatement après le contact de la goutte d'essence, le fil éprouve une forte tension, et limite un cercle présentant de riches couleurs; de plus, il est animé, pendant quelques instants, de mouvements brusques de translation et de rotation, ou des deux à la fois, sans que la forme circulaire soit altérée. La production et la courte durée de ces phénomènes s'expliquent identiquement comme dans l'expérience avec l'eau de savon, c'est-à-dire par le passage d'une portion de la lame huileuse au delà du contour du disque flottant. Réciproquement, une gouttelette d'eau distillée demeure lenticulaire à la surface de l'essence de térébenthine.

Il m'a paru intéressant de comparer les effets de l'essence de térébenthine et de l'eau de savon sur la surface de l'eau distillée; voici les résultats que j'ai obtenus à cet égard. J'ai fait flotter un contour en fil de soie d'environ 18 centimètres de longueur, sur l'eau distillée contenue dans une capsule de 25 centimètres de largeur; puis j'ai déposé, à l'intérieur de ce contour, plusieurs gouttes successives d'eau de savon, afin de rendre peu différente de 3 la tension de la surface circulaire ainsi formée; j'ai amené alors une très-petite gouttelette d'essence de térébenthine en contact avec la surface extérieure au fil, et, comme je le ferai voir à l'instant, la tension de cette surface est demeurée notablement supérieure à la tension du disque; aussi ce dernier est-il demeuré circulaire. Lorsque, au contraire, j'ai déposé une goutte d'essence à l'intérieur du cercle où se trouvait la lame d'eau de savon, cette goutte a pris et conservé la forme lenticulaire; cela devait être, attendu que les forces contractiles de la lame et de l'essence de térébenthine différaient à peine entre elles.

En second lieu, le fil de soie étant placé sur de nouvelle eau pure, j'ai touché la surface intérieure au contour flexible avec un tube effilé portant une très-petite gouttelette d'essence de térébenthine, puis j'ai déposé sur l'eau, aussi loin que le permettaient les dimensions du vase, une goutte de solution de savon; le fil s'est resserré subitement, jusqu'à ce que ses différentes parties fussent en contact. D'autre part, lorsque, après l'extension d'une fine gouttelette d'essence en lame colorée à l'intérieur du fil, j'ai déposé sur la pellicule huileuse une goutte d'eau de savon, celle-ci s'est à l'instant

même étalée, en écartant partout devant elle la lame d'essence qui a en même temps perdu sa coloration. Je crois inutile d'insister sur la parfaite concordance entre ces phénomènes et les conséquences que j'ai tirées du principe général de la tension.

J'ai dit (§ 36) que l'eau recouverte d'une mince couche d'essence de térébenthine a une tension d'autant moindre que cette couche acquiert plus d'épaisseur. En effet, j'ai trouvé, par des mesures prises avec soin, que l'eau sur laquelle s'est étalée une première lame trop mince pour donner partout la teinte blanche du premier ordre, a une tension à fort peu près égale à 5; après le dépôt d'une deuxième gouttelette d'essence, la force contractile n'était que 4,71; elle ne valait que 4,12 après une troisième opération, 3,7 après une quatrième, et 3,43 après une cinquième. Tous ces nombres sont encore notablement supérieurs à 2,9 qui exprime, nous le savons, la tension de l'essence même; c'est ce qui montre immédiatement pourquoi plusieurs gouttes de cette huile volatile peuvent s'étendre successivement sur l'eau. A partir de la valeur 3,43, les opérations consécutives dont il s'agit n'ont fait éprouver à la tension que de faibles diminutions, jusqu'à ce que j'aie obtenu enfin une force contractile peu différente de 3. Dès ce moment, les gouttes d'essence prenaient la forme lenticulaire.

Signalons encore ici un phénomène intéressant : lorsque la lame produite par le dépôt d'une goutte d'essence de térébenthine sur la surface fraîche de l'eau distillée a pris la teinte blanche du premier ordre, et que, sur cette lame, on dépose une nouvelle goutte d'essence, on voit celle-ci s'étaler à son tour en une couche colorée qui ramasse sur elle-même la lame environnante (ce qu'on reconnaît aisément à la teinte jaune du premier ordre que revêt cette dernière), s'arrête pendant quelques instants et revient enfin de plusieurs millimètres vers son centre. Sans chercher à approfondir la cause de ce fait, je dirai seulement que l'évaporation y joue un rôle important; en effet, il suffit de couvrir le vase au moment où s'opère l'extension de la deuxième goutte pour ne plus observer le mouvement de retour de la lame.

§ 44. 4° A, eau distillée; B, huile de lavande ($b=3,0$); $\frac{a-b}{a}=0,6$; une goutte de cette huile transportée à l'intérieur du contour flexible donne immédiatement lieu à une lame circulaire où brillent d'abord les plus vives

couleurs et qui, au bout de quelques secondes, se subdivise en un grand nombre de portions très-déliées, dessinant de petits polygones curvilignes et rappelant l'aspect d'une fine dentelle; c'est ce que M. Tomlinson appelle, nous le savons (§ 29), la figure de cohésion de l'huile de lavande; elle ne tarde pas à se résoudre en une infinité de lentilles à peine visibles. Cette résolution des filets liquides en petites masses séparées constitue, selon moi, un exemple de la transformation d'une figure dont l'une des dimensions l'emporte de beaucoup sur les deux autres, transformation dont M. Plateau a montré la nécessité dans le § 85 de la deuxième série de ses *Recherches expérimentales et théoriques sur les figures d'équilibre d'une masse liquide sans pesanteur*. Quant au fil de soie, il se met parfois à se mouvoir brusquement, comme dans le cas de l'eau de savon ou de l'essence de térébenthine, et conserve indéfiniment la forme circulaire.

Ainsi que dans l'exemple précédent, 5 ou 6 gouttes successives d'huile de lavande peuvent s'étaler sur la surface limitée par le fil, mais l'action est de moins en moins prononcée, car l'eau recouverte de la couche huileuse n'a plus qu'une tension de moins en moins forte et qui est bientôt insuffisante pour produire encore l'extension.

5° A, eau distillée; B, liqueur des Hollandais ($b=3,27$); $\frac{a-b}{a}=0,55$; malgré l'excès notable (0,28) du poids spécifique de la liqueur des Hollandais sur celui de l'eau distillée, l'étalement a lieu et les phénomènes sont de tout point analogues à ceux que nous avons décrits plus haut; seulement il n'y a que 3 ou 4 gouttes successives qui s'étendent. Lorsque, au contraire, on dépose une gouttelette d'eau distillée sur la liqueur des Hollandais ou sur une huile quelconque, il n'y a jamais étalement.

6° A, eau distillée; B, huile d'olive ($b=3,42$); $\frac{a-b}{a}=0,53$. Les effets sont un peu moins intenses que les précédents; quand on effectue le dépôt d'une 2me et d'une 3me goutte de cette huile, on observe qu'elles ne s'étalent que lentement; une 4me goutte conserve la forme lenticulaire, parce que la couche superficielle extérieure n'a plus qu'une force contractile égale à peu près à 5,4. La plupart des huiles donnent des résultats du même ordre.

Ces expériences font voir nettement pourquoi les huiles s'étendent en général très-rapidement sur l'eau pure, tandis qu'elles conservent la forme de

lentilles quand la surface est couverte d'une couche même imperceptible d'une substance graisseuse quelconque, et qu'ainsi la tension est devenue trop faible. Les exemples qui vont suivre achèveront, j'espère, de confirmer cette théorie.

Comment la forme lenticulaire peut-elle constituer une figure d'équilibre, bien que la tension de l'eau où s'est étalée l'huile soit encore plus grande que celle de ce dernier liquide? Pour répondre à cette question, remarquons qu'à la surface de séparation des deux substances, il s'établit toujours une adhésion plus ou moins grande qui doit diminuer la force contractile de chacune d'elles, de manière que, le long de la surface, règne une tension résultante qui n'est ni celle de l'eau, ni celle de l'huile. Cette considération permet d'arriver à la condition générale d'équilibre d'une lentille liquide à la surface d'un autre liquide : en effet, soient t, t', t'' les tensions respectives du liquide ambiant, de la face supérieure de la lentille et de la surface de séparation des deux liquides, et α, α', α'' les angles que forment avec l'horizon, en un point du contour de la petite masse, les tangentes aux sections déterminées par le plan méridien de la lentille dans la surface liquide extérieure et dans les zones supérieure et inférieure de la masse flottante; nous aurons, dans le cas de l'étalement, la condition :

$$t \cos \alpha > t' \cos \alpha' + t'' \cos \alpha''$$ [1],

et, dans le cas de l'équilibre, la relation :

$$t \cos \alpha = t' \cos \alpha' + t'' \cos \alpha''$$ [2] . . . . [1]

[1] Ce mémoire était déjà complétement rédigé, lorsque M. Dupré de Rennes a publié un ouvrage fort remarquable intitulé : *Théorie mécanique de la chaleur,* où il a réuni le contenu de ses nombreux travaux sur cette matière, en y introduisant des additions importantes. A la page 375 de ce beau livre, l'auteur, à propos de la diffusion d'un liquide sur une surface, touche à la question de l'étalement des huiles sur l'eau; il donne une formule générale qui paraît peu explicite au premier abord, mais qui, grâce aux résultats obtenus antérieurement par le savant physicien, peut être rectifiée (il s'y trouve en effet une erreur de signe) et transformée de manière qu'elle coïncide à peu près avec la condition signalée ici. M. Dupré n'insiste pas d'ailleurs sur ce point; il se contente d'ajouter que sa formule « s'applique au cas bien connu de certaines huiles s'étendant sur l'eau en couches très-minces qui apparaissent avec de brillantes couleurs. »

[2] Cette relation est vérifiée d'une manière assez curieuse par l'expérience suivante, décrite



Or, ces formules montrent aussitôt que t peut dépasser notablement t', sans que l'extension soit possible, et que l'étalement, s'il s'effectue, est d'autant plus faible que t'' est plus grand, c'est-à-dire que les deux liquides amenés au contact ont moins d'adhésion mutuelle. Malheureusement les difficultés que présentent les mesures directes de α, α', α'' et surtout de t'', s'opposent à l'évaluation exacte de la limite au delà de laquelle l'extension devient impossible. C'est ce qui m'a empêché d'énoncer ma deuxième proposition (§ 39) d'une manière plus précise.

§ 45. 7° A, eau distillée; B, sulfure de carbone ($b=3,57$); $\frac{a-b}{a}=0,51$. Bien que le sulfure de carbone ait, comme la liqueur des Hollandais, une densité bien supérieure à celle de l'eau distillée, il y a encore étalement; il se développe une lame brillante, échancrée à son bord et offrant cette particularité qu'elle exerce un effet de tension sur le contour, bien qu'elle n'occupe qu'une faible portion de la surface limitée par ce dernier; il s'ensuit qu'autour de la lame nettement visible, il se répand une couche imperceptible de sulfure de carbone, qui diminue suffisamment la force contractile de l'eau pour que le fil puisse obéir aux tractions extérieures. Cependant, quand le fil a une douzaine de centimètres de longueur, il ne devient pas circulaire après le dépôt d'une seule goutte, et ne se déplace pas comme dans les cas examinés plus haut. A peine formée, la lame se déchire en un nombre plus ou moins considérable de parties qui deviennent aussitôt lenticulaires, et du bord desquelles se détachent constamment des filets liquides perceptibles à la loupe et donnant lieu à des séries de lentilles très-petites; cette transformation me paraît entièrement conforme à un principe posé par M. Plateau et déjà rappelé ci-dessus (§ 44). La formation des échancrures

par M. Plateau dans le § 15 de la 5me série de ses *Recherches expérimentales et théoriques sur les figures d'équilibre d'une masse liquide sans pesanteur :* quand une sphérule creuse de liquide glycérique tombe sur une lame du même liquide, elle ne tarde pas à se changer en une lentille biconvexe, laminaire comme elle et enchâssée par son bord dans cette lame. Il est évident que, dans ce cas particulier, les tensions t, t' et t'' sont égales entre elles, α est nul et $\alpha''=\alpha'$; donc notre équation devient $1=2\cos\alpha'$, d'où : $\cos\alpha'=\frac{1}{2}$, et $\alpha'=60°$, ce qui devait être, puisque, d'après l'une des lois trouvées par M. Plateau à l'égard des assemblages laminaires, trois lames qui aboutissent à une même arête liquide font entre elles, à cette arête, des angles de 120°.

s'explique par l'inégalité de l'adhésion du sulfure de carbone avec l'eau, ce qui rend les tractions latérales plus fortes les unes que les autres. Les lentilles provenant du déchirement de la lame se meuvent rapidement à la surface du liquide, sans que deux d'entre elles parviennent à se réunir; la raison en est très-probablement que, dans l'intervalle qui les sépare, l'eau est recouverte d'une couche de sulfure de carbone un peu plus épaisse que partout ailleurs, et qu'ainsi la tension y est moindre que dans les parties environnantes, d'où résulte un obstacle permanent à la réunion des petites masses flottantes.

Quand les dernières traces perceptibles de la goutte se sont évaporées, le fil, au lieu de revenir sur lui-même comme dans le cas de l'éther, demeure tendu, bien que le sulfure de carbone soit plus volatil que ce dernier liquide, et qu'ainsi l'abaissement de température puisse faire éprouver à la tension de la couche superficielle une augmentation très-sensible; il est aisé de se rendre compte de cette différence, car, après l'étalement d'une gouttelette de sulfure de carbone sur l'eau et sa disparition complète par l'évaporation, j'ai trouvé que la tension n'était plus que 5,6; il n'est donc pas surprenant que le fil ne revienne pas sur lui-même. Le dépôt d'une deuxième et d'une troisième gouttelette tend suffisamment le contour flexible pour qu'il prenne la forme circulaire; dès ce moment le sulfure de carbone ne s'étale plus; seulement on peut constater, à l'aide d'une loupe, qu'il se détache du bord de la lentille une multitude de filets se transformant comme ci-dessus.

Les faits que je viens de décrire m'autorisent pleinement, je pense, à conclure, contrairement à l'opinion de Fusinieri (§ 21), que le sulfure de carbone s'étale plus difficilement sur l'eau que l'éther sulfurique.

Réciproquement, lorsqu'on dépose une gouttelette d'eau distillée sur le sulfure de carbone, on n'observe jamais d'extension; il ne s'en produit pas même quand, au lieu d'eau pure, on se sert d'eau de savon; ce dernier résultat s'explique aisément par l'équation [1] du § 44.

§ 46. 8° A, eau distillée; B, eau camphrée obtenue en agitant de l'eau distillée avec quelques fragments de camphre ($b=4,5$); $\frac{a-b}{a}=0,38$; la tension éprouvée par le fil est très-vive et demeure permanente. Si, dans le disque flottant, on dépose une gouttelette d'huile d'olive, l'étalement s'opère,

mais très-lentement, comme il fallait s'y attendre; une nouvelle gouttelette ne s'étend plus du tout.

L'expérience du fil réussit également quand on dépose à la surface de l'eau pure limitée par le contour flexible, une gouttelette d'eau chaude; ce fait s'accorde pleinement avec ceux que j'ai rapportés au § 3, à l'égard de l'influence de la température sur la tension des liquides.

Les effets observés sont entièrement du même ordre, quand on emploie, au lieu d'eau camphrée, de l'eau à la surface de laquelle on a fait préalablement flotter des cristaux d'acide benzoïque, d'acide succinique, ou bien du butyrate de potasse, de soude, etc. Cette remarque est importante, car, ainsi qu'on le verra plus loin, elle sert de base à la théorie des mouvements spontanés des parcelles de ces substances solides à la surface de l'eau distillée, du mercure, etc.

§ 47. 9° A, solution de saponine (1 partie en poids de saponine et 60 parties d'eau distillée, $a=4,7$); B, essence de térébenthine; $\frac{a-b}{a}=0,37$. Dans ce cas, l'étalement s'opère presque aussi lentement que sur un corps solide; dans l'une de mes expériences, la lame a exigé 1′15″ pour atteindre une largeur de trois centimètres. Le fil, au lieu de se tendre quand il se trouve en contact avec l'essence, se laisse presque toujours franchir par elle. Une deuxième gouttelette d'essence déposée sur la lame déjà formée s'étend, au contraire, en quelques secondes, bien que la force contractile de la surface huileuse soit moindre que celle de la solution de saponine. Ces effets si singuliers résultent, je crois, de la propriété déjà invoquée (5° du § 35), en vertu de laquelle, d'après les recherches de M. Plateau, la solution de saponine a une viscosité superficielle énorme, tandis que, dans l'essence de térébenthine, les molécules superficielles sont susceptibles de se déplacer très-aisément; de cette manière on conçoit que l'étalement puisse se faire plus rapidement sur un liquide à tension peu élevée, mais aussi à faible viscosité superficielle, que sur un autre liquide dont la tension est plus forte, mais qui a une viscosité superficielle très-grande.

10° A, solution saturée de nitrate de potasse ($a=5,61$); B, acide lactique ($b=4,2$); $\frac{a-b}{a}=0,27$. Le fil, après s'être tendu vivement, se déplace quelquefois en demeurant circulaire; seulement les gouttelettes consécutives

d'acide lactique, au lieu de s'étendre sur la lame, descendent au fond du vase, à cause de l'excès de leur poids spécifique sur celui de la solution. Un grand nombre de dissolutions salines se comportent avec l'acide lactique à fort peu près comme la précédente.

Je dois faire remarquer ici que, malgré la faible différence absolue et relative des tensions des deux substances, l'étalement se fait encore avec énergie; ce résultat trouve immédiatement son explication dans la formule [1] du § 44 : en effet, l'acide lactique étant très-avide d'eau, il s'ensuit que t'' est très-petit ou même peut-être nul; conséquemment t ne doit pas dépasser de beaucoup t' pour produire une action assez prononcée.

§ 48. 11° A, mercure ($a=49,1$); B, éther; $\frac{a-b}{a}=0,96$. Dans ce cas, je n'ai pu faire avec succès l'expérience du fil de soie; j'ai simplement déposé à la surface du mercure une gouttelette d'éther aussi petite que possible; elle s'est étalée subitement et s'est résolue en lentilles extrêmement ténues qui ont disparu aussitôt. Il importe d'opérer sur des gouttelettes très-fines, sans quoi la vapeur d'éther recouvre une grande partie de la surface du mercure avant même que le contact ait eu lieu, et dès lors l'extension est fort lente. Avec la précaution indiquée, j'ai pu obtenir la même réussite plusieurs fois successivement; mais bientôt le mercure m'a semblé couvert d'un voile de matière étrangère, et le liquide volatil ne s'est plus étalé que très-peu; j'attribue cette singularité à ce que très-probablement l'éther employé contenait plus ou moins de substances grasses qui, isolées par l'évaporation, sont demeurées adhérentes à la surface du mercure.

L'alcool, la benzine, l'esprit de bois, etc., présentent des phénomènes analogues à ceux de l'éther; les différences qu'on y observe proviennent surtout du degré de volatilité de ces liquides.

Il est aisé de voir actuellement pourquoi toutes les huiles fixes ou volatiles s'étalent si rapidement sur le mercure, ainsi que plusieurs observateurs l'ont constaté.

§ 49. 12° A, mercure; B, eau distillée; $\frac{a-b}{a}=0,85$. Une gouttelette d'eau distillée, déposée à la surface du mercure, prend et conserve la forme d'un segment sphérique qui se rapproche beaucoup d'un hémisphère; ce fait peut paraître étonnant au premier abord, attendu que le mercure a une ten-

sion qui est plus de six fois plus grande que celle de l'eau ; mais l'équation [1] du § 44 rend très-simplement raison de cette anomalie apparente. En effet, l'eau distillée a très-peu d'adhésion pour le mercure, et, conséquemment, la tension t'' de la surface de séparation des deux liquides a une valeur très-rapprochée de la tension t du mercure; d'autre part, α et α'' sont pour ainsi dire nuls, à cause de la grande densité de ce liquide; donc l'équation dont il s'agit n'est possible que si cos α' est très-faible, c'est-à-dire si α' est peu différent d'un angle droit, et que la gouttelette affecte sensiblement la forme hémisphérique.

La même équation montre que lorsque, par un moyen quelconque, on diminue t' ou t'', l'étalement doit s'opérer sur-le-champ. Je ferai voir, dans un autre travail, comment, selon moi, on peut diminuer t'', ou, ce qui revient au même, augmenter l'adhésion de l'eau distillée avec le mercure. Pour le moment, je me bornerai à prouver l'influence de la diminution de t' : si l'on amène au contact avec le sommet du segment une particule de savon solide, aussitôt celle-ci se dissout, l'eau de savon qui en provient se répand à la surface libre de la petite masse liquide, et, quelques secondes après le contact, le segment s'étale de toutes parts; cet effet est dû à ce que l'eau de savon a une tension beaucoup moindre que celle de l'eau pure. On obtient le même résultat quand on touche le sommet du segment avec un tube très-effilé portant une gouttelette d'huile.

Une autre manière de vérifier l'équation du § 44 consiste à déposer sur le mercure une gouttelette non plus d'eau pure, mais d'alcool très-dilué ; immédiatement après le contact, il y a une extension assez énergique, en même temps que la lame paraît fortement agitée ; on y voit se former de petites lentilles qui se trouvent séparées les unes des autres par des portions laminaires plus minces; généralement ces lentilles se développent d'abord vers le contour de la lame étalée, sans doute par les raisons suivantes : la lame étant plus mince à son bord, l'évaporation y produit un plus grand refroidissement et y augmente ainsi la tension ; de là, tout autour de la lame, un appel du liquide qui détermine la formation d'un petit bourrelet qu'il est aisé d'observer dans les premiers moments; mais cette figure, très-longue par rapport à sa largeur, est instable et doit se subdiviser ; au bout de quelques instants,

la portion médiane de la lame est fort amincie et acquiert à son tour un excès de tension, ce qui donne lieu à la naissance d'une petite masse plus épaisse vers le centre de la lame; lorsque, par l'évaporation de l'alcool, la tension est devenue plus grande en tous les points de cette lame, l'étalement ne peut se maintenir et la petite masse revient tout entière sur elle-même pour prendre la forme d'un segment sphérique. On peut encore observer les mêmes phénomènes en se servant d'un mélange d'eau et d'éther; seulement ils se succèdent alors avec une extrême rapidité.

§ 50. Toutes les expériences qui précèdent ont été faites rigoureusement d'après les conditions exigées dans la proposition II; en voici maintenant quelques autres qui, effectuées dans des conditions un peu différentes, n'en fournissent pas moins une confirmation très-nette de cette conséquence générale.

Comme on le sait depuis les recherches de M. Plateau [1], les bulles déposées à la surface de l'eau de savon paraissent seulement hémisphériques pour des diamètres supérieurs à 3 centimètres environ, tandis que, pour des diamètres moindres, elles forment des segments sphériques d'autant plus affaissés que leur base est plus petite. Cela étant, imaginons qu'une bulle d'eau de savon de 3 centimètres de diamètre, au lieu d'être déposée sur le liquide même qui la constitue, soit amenée en contact avec une surface liquide dont la tension dépasse notablement celle de la solution de savon; si la théorie développée plus haut est exacte, il faudra qu'en vertu de cet excès de tension, la calotte à laquelle la bulle donne lieu présente l'aspect, non d'un hémisphère, mais d'un segment sphérique de faible hauteur. Or c'est ce que l'observation vérifie parfaitement : quand la surface de l'eau distillée a 40 ou 50 centimètres de diamètre, et qu'on y dépose une bulle d'eau de savon de la grandeur indiquée ci-dessus, cette bulle se transforme à l'instant même du contact en une calotte très-aplatie où la tangente au sommet de la crête de la petite masse annulaire qui relie la lame au liquide, semble inclinée d'environ 45° à l'horizon. On peut remarquer en outre que la lame s'amincit avec une extrême rapidité, étale pendant quelques instants de vives couleurs,

[1] *Recherches expérimentales et théoriques sur les figures d'équilibre d'une masse liquide sans pesanteur*, 6me série, § 5 (Mém. de l'Acad. royale de Belgique, t. XXXIII).

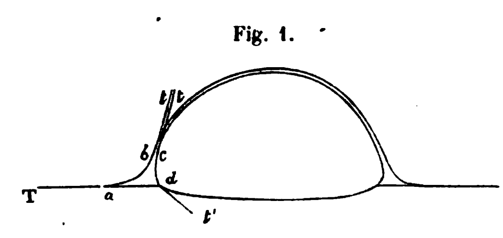


puis crève subitement; ce dernier effet est dû certainement à ce que l'eau de savon, fortement tirée par l'eau pure, quitte presque immédiatement la lame et en réduit ainsi très-promptement l'épaisseur. Comme les phénomènes s'accomplissent très-vite, il faut, pour en bien juger, répéter souvent l'expérience, en se servant chaque fois de nouvelle eau pure.

A ce propos, je signalerai ici deux particularités assez curieuses : la première, c'est qu'il arrive fréquemment que la bulle, avant de se changer en calotte, rebondit à la surface de l'eau quand on la laisse tomber du tube au moyen duquel elle a été gonflée; en second lieu, si l'on amène lentement la bulle à la surface de l'eau, l'adhésion ne s'exerce pas toujours immédiatement, et alors, dans l'intervalle qui sépare la bulle du niveau de l'eau, on voit souvent naître des anneaux colorés, qui proviennent évidemment de la couche d'air comprise entre les deux liquides, couche qui s'amincit de plus en plus jusqu'à s'annuler.

Il est aisé de trouver la condition théorique de l'équilibre d'une calotte de grandeur quelconque formée d'un liquide de tension t et posée sur un liquide ayant une autre tension T; en effet, si l'on conçoit la calotte coupée par un plan méridien, la section comprendra deux arcs de cercle parallèles entre eux jusque très-près du niveau du liquide ambiant; dans le voisinage de celui-ci, ces arcs iront en s'écartant l'un de l'autre pour rejoindre, le premier, la surface extérieure en passant par un point d'inflexion, et le second, la surface intérieure limitée par la lame en demeurant toujours concave. Cela étant, considérons l'une des portions *abcd* (fig. 1) de la masse annulaire limitée à partir du sommet *bc*, par deux courbes *ba*, *cd* telles que je viens de les décrire; si, dans le plan de niveau, nous menons la tangente à la courbe *ab*, cette droite coupera la ligne *cd* en un point *d*. Voyons actuellement quelles sont les forces qui tendent à déplacer dans le sens horizontal le liquide contenu dans la tranche qui a pour limites la crête *bc* de la masse annulaire, les courbes *ab*, *dc*, et la partie rectiligne *ad*; ces forces sont : 1° la tension T du liquide extérieur appliquée en *a*; 2° les composantes horizontales des deux

Fig. 1.



tensions t agissant en b et c; et 3° la composante horizontale de la tension t' appliquée en d (toutes ces tensions sont d'ailleurs dirigées vers l'extérieur de la petite masse liquide); si donc α et β représentent les angles que font avec l'horizon les tangentes en b ou c et en d, nous aurons :

$$T = 2t \cos \alpha + t' \cos \beta \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [2]$$

Examinons quelques conséquences de cette formule générale. Et d'abord, si les trois tensions T, t et t' sont égales entre elles, nous nous plaçons dans le cas d'une lame d'eau de savon, par exemple, formée à la surface du même liquide; l'équation [2] devient alors : $2 \cos \alpha + \cos \beta = 1$; or, quand la lame est très-grande, la pression exercée sur l'air qu'elle contient est très-faible, et conséquemment β diffère très-peu de 0; il s'ensuit que α est alors très-rapproché de 90°, c'est-à-dire que la lame peut être considérée comme sensiblement hémisphérique. Si nous faisons maintenant décroître les dimensions de la calotte, la pression de l'air intérieur augmente et avec elle β; donc alors α devient de plus en plus petit et la lame constitue une portion de moins en moins grande de la sphère entière. Cette conséquence démontre d'une manière complète ce qui a été exposé à cet égard par M. Plateau.

En second lieu, l'équation [2] fait voir très-bien qu'une calotte d'eau de savon doit s'étaler notablement sur l'eau distillée; en effet, supposons la lame suffisamment grande pour qu'elle demeurât hémisphérique si on la déposait sur l'eau de savon même; admettons donc qu'on ait : $T = 7{,}3$ et $t = 3$; nous pourrons poser également t' égal à 3, puisque la surface de l'eau intérieure à la calotte est recouverte d'une couche de solution de savon; l'équation nous donne alors : $\cos \alpha = 0{,}715$ ou $\alpha = 45°$ à fort peu près; d'où l'on voit que, dans ce cas, la tangente au sommet de la crête ne forme plus qu'un angle de 45° avec l'horizon. Ce résultat est parfaitement d'accord avec l'expérience décrite plus haut à ce sujet; effectivement, avec la bulle que j'ai employée, la calotte, si elle avait été formée sur l'eau de savon, aurait déjà été sensiblement hémisphérique à la simple vue, et, par conséquent, $\cos \beta$ pouvait être pris comme différant très-peu de l'unité.

Supposons, en troisième lieu, t et t' notablement supérieurs à T, en même temps que β peu éloigné de zéro; nous avons alors : $\cos \alpha = -\frac{t' - T}{2t}$, c'est-

à-dire que la tangente au sommet de la crête fait avec l'horizontale dirigée vers l'intérieur de la base, un angle dépassant 90°, ou, en d'autres termes, que la calotte devrait affecter la forme d'un segment sphérique plus grand qu'un hémisphère. Il m'a été impossible de réaliser cet effet par l'expérience; voici comment j'ai opéré : j'ai préparé une solution d'albumine en battant en neige du blanc d'œuf, attendant que cette neige fût redevenue liquide et ajoutant $\frac{1}{10}$ de son volume d'eau distillée (voir la 5[me] note du § 22 de la 8[me] série des *Recherches expér. et théor.*, etc., de M. Plateau); la tension de cette solution est 5,7; j'ai préparé ensuite une solution de savon de Marseille que j'ai versée dans une large capsule; déposant alors sur ce dernier liquide des bulles d'environ trois centimètres de diamètre, gonflées avec la solution d'albumine, j'ai toujours observé qu'elles prenaient à très-peu près la forme hémisphérique. A la vérité, j'ai bientôt trouvé la cause de cet insuccès : au moment du contact de la bulle avec l'eau de savon, celle-ci, tirée par l'excès de tension de l'albumine, s'élève brusquement à la surface de la lame, et, de cette manière, la tension au sommet de la crête devient la même que celle du liquide ambiant, c'est-à-dire que les conditions théoriques dans lesquelles je me suis placé ne sont nullement réalisées; dès lors l'aspect hémisphérique de la lame n'a plus rien de surprenant. Mais cette expérience me paraît intéressante à un autre point de vue : en effet, au bout de fort peu de temps, l'eau de savon envahit presque toute la lame et l'on voit, d'un côté ou de l'autre de celle-ci, s'amasser le liquide de la solution d'albumine, qui descend jusqu'au niveau extérieur; la lame incolore qu'on a déposée se trouve ainsi remplacée par une autre où apparaissent bientôt des teintes très-brillantes et à la surface de laquelle on aperçoit les mouvements habituels observés sur les lames d'eau de savon. On peut encore provoquer la substitution d'une lame d'eau de savon à une lame de solution d'albumine, en déposant une goutte d'eau de savon au sommet d'une calotte formée avec la solution d'albumine à la surface de ce même liquide.

§ 51. L'ensemble des expériences que j'ai déjà décrites me paraît fournir un appui suffisant à ma théorie; actuellement je vais passer à l'examen de plusieurs faits signalés dans la partie historique de ce mémoire, et que le principe de la tension superficielle nous met à même d'expliquer très-simplement.

En premier lieu, nous avons vu (§ 18) que, d'après l'abbé Mann, l'huile de baleine s'étale sur l'eau bouillante, tandis que les huiles d'olive et de lin s'y maintiennent sous forme de lentilles; cela résulte très-probablement de ce que le premier liquide adhère beaucoup plus fortement à l'eau que les deux autres huiles, et peut ainsi s'étaler sous l'action d'une force insuffisante à l'extension de ces dernières; ce qui vient appuyer cette manière de voir, c'est qu'après son étalement, une lame d'huile de baleine ne change plus ni d'aspect ni de forme.

Considérons, en second lieu, les phénomènes de répulsion apparente entre deux liquides, phénomènes observés d'abord par Prévost (§ 20), ensuite par Lampadius et par M. Dardenne (*ibid.*), enfin par Dutrochet (§ 25) et par M. Thomson (§ 28). Lorsqu'on recouvre le fond d'un vase d'une couche mince d'eau distillée et qu'on y dépose, par exemple, une gouttelette d'éther ou d'alcool, il se développe (§ 20) un espace circulaire où la surface solide est mise à nu, et qui demeure libre aussi longtemps qu'il y a des traces du liquide volatil; cet effet provient, comme l'a dit M. Thomson pour le cas particulier de l'eau et de l'alcool, de ce qu'au moment du contact, l'eau, en vertu de son grand excès de tension, tire vivement à elle la gouttelette déposée, et avec celle-ci les molécules liquides sous-jacentes; la concavité ainsi formée se maintient si la couche aqueuse primitive était extrêmement mince, et disparaît, au contraire, bientôt, quand cette couche avait au moins $1^{mm},5$ d'épaisseur. Lorsque la gouttelette est amenée en contact avec un point du bord d'une petite masse d'eau distillée, il naît aussitôt en ce point une échancrure qui ne s'évanouit qu'après la disparition complète du liquide volatil; ce fait est évidemment dû à la même cause que le précédent.

Pour que l'explication ci-dessus soit exacte, il faut que le retrait du liquide n'ait plus lieu quand on opère dans les conditions inverses, c'est-à-dire quand le liquide dont est formée la gouttelette a une tension supérieure à celle de la couche mince : or, si l'on dépose une goutte d'eau distillée sur une mince couche d'éther ou plutôt d'alcool absolu, qui est moins volatil, on observe, ainsi que l'a dit Dutrochet, que cette goutte prend la figure d'un segment sphérique parfaitement bien limité malgré la grande affinité des deux liquides. En partant de là, on peut montrer un nouvel exemple de la transformation

d'une masse liquide dont la longueur dépasse de beaucoup les autres dimensions ; il suffit d'effectuer l'expérience avec une grosse goutte d'eau distillée, et d'imprimer au vase un léger mouvement de rotation, pour que le segment donne lieu à une trainée aqueuse de plusieurs centimètres de longueur ; on voit alors celle-ci se convertir graduellement en une série de petits segments sphériques.

D'autres expériences de Dutrochet ont prouvé également qu'une mince couche d'huile d'olive se retire quand on y dépose une gouttelette d'essence de térébenthine, et que le même phénomène a lieu avec une couche d'eau froide et une gouttelette d'eau chaude, avec une couche d'eau distillée et une gouttelette d'eau de savon, etc., mais que, dans les conditions inverses, le retrait n'a jamais lieu.

En troisième lieu, la théorie que je propose rend aisément raison des mouvements observés par M. Jeitteles (§ 26). En effet, quand le liquide versé dans un vase à l'aide d'un entonnoir a une tension assez élevée, il ne faut qu'une quantité imperceptible de matière grasse adhérente aux parois pour diminuer notablement cette force ; conséquemment, si une couche liquide à surface encore fraiche descend le long de la paroi interne de l'entonnoir et arrive en contact avec la portion du liquide dont la tension se trouve déjà affaiblie, cette portion tendra à obéir à la force contractile prépondérante, c'est-à-dire à former un courant ascensionnel le long de la même paroi intérieure. Il est aisé de voir maintenant pourquoi, comme le dit M. Jeitteles, ce courant n'est pas visible avant que le bec de l'entonnoir plonge dans le liquide du vase ; il est clair, en outre, que plus la vitesse du courant descendant est faible, plus les particules flottantes entrainées s'élèveront sur la paroi mouillée de l'entonnoir, puisque, dans ces conditions, les effets de la plus grande tension sont le moins contrariés. Il est encore évident que la nature des parois et des particules surnageantes peut être quelconque ; enfin, si M. Jeitteles n'a pas réussi à constater le phénomène dont il s'agit dans l'alcool et dans les différents éthers, c'est parce que ces liquides ont, nous le savons, une force contractile très-petite.

Voici d'ailleurs les expériences que j'ai faites à l'appui de cette explication : j'ai nettoyé avec le plus grand soin un vase et un entonnoir en verre, afin que

la tension d'un liquide arrivant en contact avec leurs parois n'éprouvât point de variation sensible, puis j'ai versé très-doucement, dans l'entonnoir placé sur le vase, de l'eau distillée où était répandu un peu de lycopode, et quand le bec touchait le liquide inférieur, je n'ai observé aucun mouvement ascensionnel des particules; j'ai recommencé ensuite la même expérience avec un liquide à faible tension, par exemple de l'eau de savon, et il ne s'est encore produit aucun courant de bas en haut; mais quand j'ai versé de l'eau distillée dans le vase contenant de l'eau de savon, les mouvements ascensionnels ont été extrêmement prononcés. Je décrirai encore à ce sujet une dernière expérience qui me paraît aussi simple que concluante : on verse dans une assiette une couche d'eau de 3^{mm} à 4^{mm} d'épaisseur, et l'on dépose à la surface une goutte d'huile d'olive qui se transforme, on l'a vu, en une multitude de petites lentilles et réduit la tension du liquide à une valeur peu différente de 5; cela posé, on verse de l'eau distillée sur le bord de l'assiette, en faisant en sorte que le liquide forme une large nappe mouillant ce bord ainsi que la paroi intérieure, et aille rejoindre alors, aussi lentement que possible, la couche d'eau qui recouvre le fond; au moment même où l'on cessera d'ajouter du liquide, on verra grimper une foule de petites lentilles d'huile le long de la couche mouillant la paroi intérieure et le bord de l'assiette, malgré le courant de l'eau qui tend encore à descendre dans toute l'étendue de cette même couche; ce mouvement ascensionnel est dû certainement à l'excès de la tension de l'eau fraîchement arrivée sur celle du liquide déjà contenu dans l'assiette, car le phénomène cesse aussitôt que les lentilles d'huile ont envahi toutes les portions du liquide, et qu'ainsi la tension est devenue partout la même.

Aux faits que je viens de rappeler se rattachent les doubles courants observés par M. Dardenne (§ 30) dans un filet liquide se mouvant le long d'un plan vertical et communiquant avec un dépôt liquide adhérent à ce plan; je dis qu'ils proviennent, sinon exclusivement, du moins pour la plus grande part, de la différence des tensions du liquide formant le dépôt et de celui qui vient s'y joindre; car si l'on fait descendre le long d'un plan vertical un filet d'eau pure qui aboutit à un mélange d'huile et de craie, par exemple, l'excès de la tension de l'eau sur celle de la matière huileuse tendra

à faire monter la couche superficielle de l'huile, et, avec elle, les particules solides qui s'y trouvent suspendues; or, quand l'eau arrive avec une grande vitesse, c'est à peine si l'effet en question pourra se manifester; mais si la vitesse est faible, le phénomène doit apparaître très-bien, du moins sur les bords du filet où le liquide descend avec le plus de lenteur; enfin si la vitesse en question est presque nulle, il faudra que les particules s'élèvent dans toute la largeur du filet vers les portions supérieures de la surface solide. Toutes ces conséquences de la théorie sont entièrement conformes aux résultats des expériences de M. Dardenne. Quand la surface solide sur laquelle on opère est horizontale, les mouvements qui se produisent dans les filets liquides me paraissent dus exclusivement à la différence de tension signalée plus haut.

En quatrième lieu, revenons sur l'expérience de Saussure (§ 19) et sur le phénomène des *larmes du vin* (§ 28); en ce qui concerne celui-ci, je dis que l'explication donnée par M. J. Thomson est parfaitement exacte : en effet, si, dans un mélange d'eau et d'alcool, les mouvements ascensionnels d'une portion du liquide ont pour cause réelle les variations de tension provenant de la différence entre les degrés de volatilité des deux substances, il faut qu'en employant séparément de l'eau distillée ou de l'alcool absolu, on ne puisse plus constater ces mouvements; or cette déduction est entièrement confirmée par l'expérience; il faut, de plus, que le phénomène ne tarde pas à se manifester, lorsqu'on verse quelques gouttes d'eau dans de l'alcool absolu ou réciproquement; c'est encore ce que vérifie l'observation directe. Quant à la formation des *larmes* ou lentilles, on peut en rendre raison comme dans le § 44.

Les considérations précédentes s'appliquent de tout point au phénomène observé par Saussure dans un mélange d'eau et d'éther.

§ 52. Pour terminer ce qui se rapporte à ma deuxième proposition (§ 39) tirée du principe général de la tension, je vais décrire quelques expériences qui me paraissent fournir des éléments très-importants pour l'étude de la formation des figures de cohésion (§ 29).

Quand on fait fondre une graisse quelconque et qu'on en dépose une gouttelette sur de l'eau distillée contenue dans une large capsule et ayant une température de 30° à 35°, la gouttelette se transforme immédiatement

en une série de très-petites masses lenticulaires occupant toute la surface du liquide; il est alors absolument impossible de juger de quelle manière s'effectue la transformation de la lame étalée. Mais quand la température de l'eau n'est que de 12° à 15°, la gouttelette de graisse fondue se convertit en une multitude de filets qui s'entrecroisent dans tous les sens et dont un grand nombre sont dirigés suivant des rayons de la lame circulaire; comme l'eau est alors trop froide pour maintenir la graisse à l'état liquide, celle-ci se solidifie et conserve la forme qu'elle avait avant son changement d'état. Or il est aisé de voir qu'une telle série de filets, supposés liquides, constitue une figure instable et qui ne peut tarder à donner lieu à une infinité de petites lentilles. On comprend donc que, d'une façon analogue, une gouttelette liquide étalée, au lieu d'avoir partout la même épaisseur, est composée d'un très-grand nombre de parties dont l'une des dimensions l'emporte de beaucoup sur les autres; dès lors, il faut bien que la transformation de la lame s'effectue en un temps très-court, variable, du reste, avec la nature des liquides. En outre, il est évident que les différentes huiles déposées sur l'eau pure ne peuvent dessiner des figures identiques, puisque le phénomène dépend à la fois de la tension et du degré d'adhésion des substances employées; il est clair aussi, d'après cela, qu'une même huile doit donner lieu à des figures de cohésion différentes quand on la dépose successivement sur l'eau distillée, le mercure, l'acide sulfurique, etc. C'est ce qui explique parfaitement les nombreuses variétés des figures décrites à ce sujet par M. Tomlinson.

§ 53. La proposition II du § 39 admet une conséquence très-importante, dont voici l'énoncé :

Lorsque, à la surface d'un liquide A, *on dépose un petit fragment d'un corps solide* B *qui s'y dissout plus ou moins, ou bien d'où se détache une matière plus ou moins soluble, l'équilibre de la couche superficielle de* A *est rompu; si la solution se fait également tout autour du fragment, celui-ci ne se déplace pas; si, au contraire, la solution s'effectue inégalement dans les différents azimuts, le fragment manifeste des mouvements brusques de translation et de rotation.*

Il est inutile, je pense, d'insister sur l'exactitude théorique de ce corollaire du principe général de la tension; je vais donc passer immédiatement à l'examen de quelques cas particuliers.

A, eau distillée; B, parcelle de camphre. Pour faire une expérience, disposons d'abord sur l'eau distillée un contour flexible de 30 à 40 centimètres de longueur, et faisons en sorte, ainsi que nous l'avons déjà dit (§ 40), que tous les points du fil touchent le liquide sans qu'aucun d'eux y soit plongé. Laissons tomber alors à l'intérieur du contour une ou deux parcelles de camphre obtenues, par exemple, en grattant un morceau de cette substance avec la pointe d'un canif; nous verrons aussitôt les parcelles tourner vivement en changeant souvent de place, et le fil s'arrondir en circonférence parfaite; ce qu'il y a encore de remarquable, c'est que, si le contour flexible se laisse franchir par le liquide intérieur en un ou plusieurs de ses points, toute la lame circulaire se meut à la surface du liquide en conservant toujours la même forme.

Il résulte clairement de ces observations que le camphre modifie la surface de l'eau distillée; c'est ce que croyait déjà Brugnatelli; seulement, il attribuait les mouvements dont il s'agit à la réaction de l'eau camphrée. Nous voyons très-bien maintenant que la vraie cause de la rotation des parcelles n'est autre que la grande diminution qu'elles produisent dans la force contractile de l'eau distillée; nous avons vu, en effet (§§ 38 et 46), que la tension de l'eau camphrée n'est que 4,5; comme cette diminution s'opère inégalement autour de chacune des parcelles, celles-ci doivent nécessairement tourner.

On a observé que deux petits fragments de camphre flottant sur l'eau distillée ne montrent que rarement, pendant qu'ils tournent, une attraction capillaire mutuelle; cet effet doit s'expliquer sans doute par la remarque que la tension de l'eau comprise entre eux est moindre que celle des autres portions superficielles, puisque, dans l'intervalle des deux particules, il y a un double dégagement de la couche camphrée.

Les premières parcelles déposées sur le liquide ne tardent pas à disparaître par le double effet de l'évaporation et de la dissolution; quand on en dépose de nouvelles à l'intérieur du contour du fil de soie, la rotation est moins vive et même s'arrête bientôt complétement; dès lors la surface aqueuse

limitée par le fil est saturée de camphre, et la tension reste la même tout autour de chaque parcelle; conséquemment il ne peut plus se manifester aucun mouvement spontané. Mais si, à l'aide d'une tige de verre bien nettoyée, nous plongeons le fil sous l'eau, sur une étendue aussi faible que possible, nous verrons aussitôt les parcelles se diriger vers la portion où la communication est devenue libre et recommencer leurs mouvements jusqu'à ce que la surface totale de l'eau contenue dans le vase soit elle-même saturée, et que la tension y soit abaissée à une valeur peu différente de 4,5.

Il est à peine nécessaire d'ajouter que si l'on dépose les parcelles, non à l'intérieur du contour flexible, mais sur la surface liquide extérieure, l'aire limitée par le fil de soie diminue au même instant, et d'une quantité d'autant plus grande que le nombre des fragments solides est plus considérable.

Nous pouvons conclure des expériences précédentes que si, par un moyen quelconque, la tension de l'eau distillée est diminuée jusqu'à une valeur voisine de 4,5, les mouvements des petits fragments de camphre y deviendront impossibles : on sait, en effet (§ 13), que, pour arrêter instantanément la rotation des parcelles, il suffit de toucher la surface de l'eau avec le doigt; pour moi, ce fait a cessé d'être étonnant, quand j'ai constaté, par des mesures directes, que le simple contact de l'eau avec le doigt abaisse notablement la tension de ce liquide et la réduit à une valeur rapprochée de 4,75. Voici d'ailleurs de quelle manière j'ai rendu très-sensible la diminution qu'éprouve dans ces circonstances la force contractile de l'eau distillée. J'ai déposé sur le liquide un contour en fil de soie de 75 centimètres de longueur, puis j'ai opéré le contact à l'intérieur du fil; aussitôt celui-ci s'est écarté de toutes parts et a dessiné une figure à peu près circulaire; quand j'ai, au contraire, touché l'eau à l'extérieur du contour flexible, la surface limitée par le fil a manifesté une tendance à s'annuler. Ces effets sont certainement dus à la couche graisseuse adhérente presque toujours aux doigts; car, si l'on a préalablement soin de se laver les mains avec de l'alcool, puis avec de l'eau distillée, le contact de la surface liquide avec le doigt n'arrête plus les mouvements du camphre.

Il est clair, d'après ces considérations, que la rotation du camphre sur l'eau doit encore être suspendue par l'influence d'un corps solide, liquide ou à l'état de vapeur, qui en diminue suffisamment la tension superficielle; en

effet, comme l'a dit, par exemple, Dutrochet (§ 13), ce phénomène est produit par une quantité imperceptible d'huile ou de substance grasse attachée aux parois du vase ou à un corps quelconque plongé dans l'eau ; il suffit même, pour que le camphre ne puisse plus tourner, que l'air soit chargé de fumée, de la vapeur d'une huile essentielle, ou de la vapeur du camphre lui-même.

Puisqu'on diminue la force contractile de l'eau distillée en y plongeant un corps qui n'est pas absolument débarrassé de toute substance grasse, il importe de prendre des précautions minutieuses dans l'emploi des aréomètres, thermomètres ou autres instruments qui doivent être plongés dans les liquides à forte tension; déjà M. Langberg a appelé l'attention des physiciens sur l'influence de la capillarité dans les indications aréométriques [1]; d'autre part, MM. Dupré de Rennes et son fils R. Dupré ont montré le rôle de la tension dans l'équilibre des flotteurs capillaires [2]; nous pouvons conclure des recherches de ces savants et des expériences décrites plus haut, qu'une mesure aréométrique peut être altérée quand on amène en contact avec la surface du liquide un thermomètre qui n'est pas parfaitement nettoyé; comme la tension ajoute son effet à celui du poids de l'aréomètre, et que le contact d'un corps gras diminue cette tension pour un grand nombre de liquides, il en résulte que, dans ces conditions, l'aréomètre s'élèvera d'une certaine quantité.

§ 54. Ainsi qu'on l'a vu dans les paragraphes 13 à 15, on peut substituer aux fragments de camphre des parcelles de savon dur, des fragments de liége préalablement imbibés d'alcool, d'éther, d'essence de térébenthine, d'huile d'olive, d'eau camphrée, etc., ou encore des parcelles d'un grand nombre de corps organiques renfermant naturellement dans leurs pores des liquides à faible tension. Les expériences décrites à l'appui de la proposition II (§ 39) nous permettent d'affirmer, sans qu'il faille recourir à des mesures directes, que, dans tous ces cas, les mouvements des petits corps flottants sont dus à la diminution inégale de la force contractile autour de chacun d'eux,

[1] *Ueber den Einfluss der Capillar-Attraction auf Aräometermessungen* (Ann. de M. Poggendorff, vol. CVI, p. 299).

[2] Troisième partie du *Cinquième mémoire sur la théorie mécanique de la chaleur* (Ann. de chim. et de phys. de Paris, 4[me] série, t. IX, p. 343); voir aussi l'article intitulé : *Fils flottants*, dans l'ouvrage déjà cité (1[re] note du § 44).

On a vu également que le camphre peut être remplacé par des fragments d'acide benzoïque, succinique ou citrique, ou encore de butyrate de chaux, de baryte ou de potasse; or, la rotation de ces substances sur l'eau distillée est due à la même cause que celle des corps cités plus haut; en effet, j'ai constaté que quand on ajoutait à l'eau quelques parcelles d'acide benzoïque, ou de butyrate de chaux, la tension du liquide se trouvait réduite respectivement à 4,6 ou 4,4.

J'ai trouvé aussi que la force contractile de l'eau est notablement abaissée par l'addition de quelques fragments d'acide phénique ou d'acide acétique cristallisé, à une température moindre que 15°; or, ces substances possèdent également la propriété de se mouvoir sur l'eau distillée.

Je dois dire encore que, pour presque toutes les substances citées ci-dessus comme pour le camphre, la moindre quantité de matière huileuse est suffisante pour arrêter les mouvements des particules, parce que la tension de l'eau se trouve alors trop affaiblie.

Au lieu de se servir d'eau distillée pour y déposer les fragments solides, on peut employer un liquide quelconque à forte tension, et pour lequel ces fragments ont une assez grande adhésion, par exemple le mercure, certaines solutions salines convenablement concentrées, etc. En général, il convient d'opérer sur une surface liquide de 20 centimètres au moins de largeur, afin que les actions capillaires des parois ne puissent pas troubler les mouvements dus aux variations de tension; peut-être est-ce parce que M. Tomlinson s'est servi de verres trop étroits, que la rotation des parcelles de camphre sur le mercure lui a échappé (§ 15). Quand, au contraire, le liquide où l'on dépose le camphre a une faible tension, comme c'est le cas des huiles, on n'observe pas de mouvements, bien que le camphre se dissolve; on ne peut donc invoquer une réaction provenant du liquide.

Sans multiplier davantage les expériences, je crois pouvoir conclure des cas particuliers déjà examinés, que le corollaire de la proposition II est parfaitement confirmé par l'expérience.

DESCRIPTION MINÉRALOGIQUE,

GÉOLOGIQUE ET PALÉONTOLOGIQUE

DE LA

MEULE DE BRACQUEGNIES,

PAR

A. BRIART et F.-L. CORNET,

INGÉNIEURS CIVILS.

(Mémoire présenté à la classe des sciences de l'Académie, le 2 décembre 1865.)



DESCRIPTION MINÉRALOGIQUE,

GÉOLOGIQUE ET PALÉONTOLOGIQUE

DE LA

MEULE DE BRACQUEGNIES.

Entre les couches d'argiles et de sables avec végétaux fossiles qui forment la base des terrains crétacés du Hainaut, et que Dumont rangeait dans son *système aachénien,* et les marnes plus ou moins glauconifères et graveleuses connues sous le nom de *Tourtia de Mons,* base du *système nervien* du même auteur, se trouvent de puissantes assises de sables et de grès glauconifères avec silice gélatineuse, auxquels les mineurs ont donné le nom de *Meule de Bracquegnies et de Bernissart.*

Ces assises, n'affleurant qu'en quelques endroits assez restreints de la commune de Strepy-Bracquegnies, n'ont guère été étudiées jusqu'aujourd'hui; mais les résultats fournis par de nombreux travaux de sondages, ne permettent guère de douter qu'elles ne se continuent vers l'ouest, en une bande étroite, jusqu'à la frontière française. Dumont, qui a pu étudier la meule aux affleurements de Bracquegnies et sur des échantillons provenant des puits de Bernissart, la réunissait au *tourtia de Tournai et de Montignies-sur-Roc,* pour en former son *système hervien* dans le Hainaut.

Des travaux de sondages, exécutés pendant les années 1862 à 1865 par

la Société charbonnière de Bracquegnies, à l'ouest du village de ce nom, nous ont fourni l'occasion d'étudier la *meule* d'une manière beaucoup plus complète qu'on n'avait pu le faire jusqu'aujourd'hui. Ce sont les résultats de ces études que nous venons soumettre à l'appréciation de l'Académie.

Caractères minéralogiques. — La *meule de Bracquegnies* commence à sa partie inférieure par une couche peu puissante de sables très-argileux et très-glauconifères renfermant de nombreux galets de phtanite et de quartz. Cette assise argileuse est recouverte par de grandes épaisseurs de grès, alternant avec quelques couches de sable.

Le grès est essentiellement composé de grains de quartz et de glauconie ordinairement très-fins, agglutinés par de la silice gélatineuse soluble dans la potasse caustique. Il est non calcaire, verdâtre quand il est récemment extrait; d'un blanc bleuâtre quand il est resté longtemps exposé à un air sec qui lui enlève la plus grande partie de son eau de carrière. Il est alors léger, sonore, happant fortement à la langue, et peut absorber jusqu'à 30 p. % de son poids d'eau.

Les proportions relatives de *quartz,* de *glauconie* et de *silice gélatineuse* sont très-variables pour les diverses assises de cette roche. La silice gélatineuse est quelquefois tellement abondante que les grains de quartz et de glauconie y sont comme empâtés; la roche est alors très-tenace et très-résistante; si la quantité de silice est faible, le grès est tendre et se désagrége facilement.

La silice gélatineuse est souvent remplacée dans la meule par un ciment de *calcédoine* translucide qui donne à la roche une dureté très-grande et un aspect vitreux remarquable.

La silice gélatineuse et la calcédoine se rencontrent dans la meule en lits minces, en veinules et en rognons isolés; elles remplissent, en certains points, toutes les fissures de la roche et les joints de stratification. La silice a une teinte bleuâtre quand elle est imprégnée d'eau; elle devient blanche et happe fortement à la langue quand elle est sèche. La calcédoine a une teinte gris de fumée ou noire plus ou moins foncée. Elle constitue, avec la silice gélatineuse, le test des nombreux fossiles que l'on trouve dans la meule.

L'intérieur des coquilles d'univalves ou d'acéphales, quand les deux valves sont réunies, est souvent rempli par de la silice gélatineuse presque pure. D'autres fois elles sont vides et tapissées intérieurement de belles cristallisations en prismes pyramidés. On trouve aussi, en certains points, de nombreux fragments de bois changés en calcédoine ou en silice gélatineuse et percés de trous de tarets remplis de sable ou de calcédoine.

Les couches sableuses intercalées entre les bancs de grès sont formées de grains très-fins de quartz et de glauconie sans silice gélatineuse; elles sont très-meubles, et l'humidité leur donne souvent un aspect vert d'herbe très-prononcé.

En certains endroits, et sur une grande partie de son épaisseur, la meule revêt une teinte rouge et ferrugineuse, par suite de l'altération de sa glauconie.

C'est principalement dans les puits de service des sondages de Strépy-Bracquegnies que nous avons étudié la composition de la meule. Voici les coupes de deux de ces puits :

Sondage n° 5.

		m.
	La meule a été atteinte à 16 mètres de profondeur, puis on a traversé.	16,00
1°	Grès fossilifère désagrégé	0,40
2°	Grès vert très-dur	1,20
3°	Grès vert assez tendre avec nombreux fossiles	0,60
4°	Grès vert très-dur	0,40
5°	Sable glauconifère	0,65
6°	Grès vert tendre.	1,10
7°	Grès vert très-dur imprégné de calcédoine	0,60
8°	Grès dur très-fossilifère	0,45
9°	Grès vert dur.	3,60
10°	Grès tendre se désagrégeant facilement	4,55
11°	Grès assez tendre très-fossilifère	0,91
12°	Sable glauconifère	1,10
13°	Grès dur fossilifère	0,30
14°	Grès très-dur.	0,30
		32,16

A cette profondeur, on a atteint la nappe aquifère; le travail s'est continué

par la sonde qui n'a ramené à la surface que des débris broyés dans lesquels les petites espèces fossiles étaient seules reconnaissables. On a traversé :

15°	Grès vert avec de minces couches fossilifères	8,10
16°	Sable glauconifère	2,50
17°	Grès vert avec de minces couches fossilifères	15,60
18°	Sable argileux glauconifère avec nombreux galets de quartz et de phtanite	1,84
	Profondeur totale	60,00

Plus bas, la sonde est entrée dans les sables et les argiles avec lignite du système aachénien.

Sondage n° 6.

	La meule a été rencontrée à 14 mètres de la surface	14,00
1°	Grès vert très-dur	1,80
2°	Grès vert tendre.	1,45
3°	Sable glauconifère	2,10
4°	Grès vert dur.	1,50
5°	Grès fossilifère imprégné de calcédoine	0,40
6°	Grès vert très-dur avec de nombreux fossiles remplis de calcédoine et de silice gélatineuse	1,10
7°	Sable glauconifère	0,90
8°	Couche fossilifère dans le grès tendre.	0,75
9°	Grès très-dur.	2,95
10°	Grès très-dur fossilifère	1,50
11°	Grès très-dur.	1,90
		29,95

A cette profondeur, l'eau a été atteinte; le travail a continué par la sonde, qui a rencontré :

12°	Grès vert avec quelques fossiles	7.40
13°	Sable glauconifère.	2,60
14°	Grès très-durs	5,60
15°	Grès tendres.	3,20
16°	Grès durs avec fossiles	4,30
17°	Sable très-argileux avec galets de phtanite et de quartz.	1,20
	Profondeur totale	54,25

Il ne nous a pas été possible d'étudier la meule sur place dans la partie occidentale de la province; elle n'affleure en aucun point. Les déblais pro-

venant de quelques puits de mines qui l'ont traversée sont dispersés depuis longtemps, ou sont ensevelis sous des amas d'autres roches. Nous n'avons pu en rencontrer que quelques échantillons dans la collection de l'Université de Liége, et dans celle de feu M. Albert Toilliez, ingénieur principal des mines, à Mons. Les premiers ont été donnés à M. Dumont par M. Guillaume Lambert, ex-ingénieur au corps des mines; ils proviennent des puits de Bernissart. Ceux que nous avons vus dans la collection de M. Toilliez proviennent du même puits et de quelques travaux de recherches exécutés dans les communes de Baudour et de Ghlin.

D'après ce que nous avons pu voir à l'aide de ces échantillons, la meule, vers l'ouest, est, comme à Bracquegnies, un grès glauconifère renfermant de la silice gélatineuse. Cette substance se rencontre aussi en lits minces dans les joints de stratification. On y trouve aussi de la calcédoine. La collection de l'Université possède un magnifique échantillon de cornaline provenant de Bernissart.

Mais la meule, à Bernissart, à Baudour et à Ghlin, renferme une certaine quantité de calcaire. Nous n'avons jamais rencontré cette substance à Bracquegnies; tandis que nous avons pu constater une légère effervescence par les acides sur quelques échantillons provenant du sondage n° 2 d'Havré; ce qui nous fait penser que la meule, qui est tout à fait exempte de calcaire à Bracquegnies, s'en imprègne peu à peu à mesure que l'on s'avance vers l'ouest.

La couche argilo-sableuse avec galets, qui se trouve à la base de la meule à Bracquegnies, est remplacée à Bernissart par un poudingue cohérent formé de cailloux roulés de phtanite et de quartz empâtés dans un ciment argilo-calcaire glauconifère sans fossiles [1].

Caractères stratigraphiques. — La *meule* repose partout, dans le Hainaut, sur le système aachénien ou sur le terrain houiller.

Sur l'aachénien, elle a été rencontrée par le puits Sainte-Barbe de la société de Blaton, à Bernissart; par les sondages n°s 8, 12, 13, 15, 16 et

[1] Depuis que ces lignes ont été écrites, le creusement d'un puits de mines, à Bernissart, nous a fourni l'occasion d'étudier sur place la base de la meule dans cette localité. (Voir notre *Mémoire sur le Terrain crétacé du Hainaut*, pages 57 et 58.)



17 de la même compagnie; le sondage n° 1 de Ville-Pommerœul, le sondage d'Hautrage, le sondage n° 2 d'Havré, et les sondages n°s 1, 2, 3, 4, 5 et 6 exécutés à l'ouest du village de Bracquegnies de 1861 à 1865.

La meule, reposant directement sur le terrain houiller, a été traversée par le puits Négresse et les sondages n°s 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 18 et 19 de la société de Blaton. Divers autres sondages, exécutés dans les communes de Saint-Ghislain et de Ghlin, l'ont aussi rencontrée dans cette position.

Le contact de la meule et du système aachénien ne peut se voir qu'en un seul endroit de la province, près de Bracquegnies, dans le ravin du ruisseau à l'est du château de Saint-Pierre. La couche argilo-sableuse glauconifère de la base, surmontée de quelques mètres de grès vert, y repose sur les sables jaunes aachéniens bien caractérisés.

Nous n'avons pu étudier le contact de la meule avec les terrains supérieurs dans la partie occidentale de la province. Nous nous sommes seulement assurés, par l'examen des échantillons conservés dans la collection de feu M. Alb. Toilliez, qu'au puits Négresse du charbonnage de Blaton, elle est recouverte par une marne glauconifère avec cailloux roulés, renfermant le *Pecten asper,* Lamk, et l'*Ostrea columba,* Lamk sp, fossiles caractéristiques du tourtia de Mons [1].

Dans la partie orientale de la province, la meule est recouverte, en stratification discordante, par les assises du système nervien. Cette discordance n'est pas sensible quand on étudie le contact des deux étages dans la section restreinte d'un puits de mine; mais elle le devient si l'on fait concorder les renseignements fournis par plusieurs puits ou sondages, comme nous l'avons fait pour les sondages de Bracquegnies, dont nous donnons les coupes (*voir* fig. 1 et 2, pl. I).

Le contact de la meule avec le système nervien a lieu, dans les sondages n°s 1, 2, 5 et 6, par les marnes glauconifères avec concrétions siliceuses connues sous les noms de *Fortes toises* et *Verts à têtes de chats.* L'épaisseur de cette couche diminue vers le nord. Dans le ravin du ruisseau Saint-Pierre,

[1] C'est à l'aide de renseignements, qui nous ont été fournis par M. Toilliez, que nous avons pu dresser la coupe (fig. 3, pl. I) des terrains traversés par le puits Négresse et quelques sondages voisins.

à l'est du château, elle n'a plus que quelques pieds d'épaisseur, tandis que, vers le sud, sa puissance augmente. Une couche argileuse verte, représentant les *dièves* des mineurs, sépare, aux sondages n°s 3 et 4, la meule des fortes-toises. Quant au tourtia de Mons, qui est représenté, dans la partie orientale du bassin, vers Anderlues, par des bancs de calcaire glauconifère résistant, avec *Ostrea columba*, il ne se montre que plus au sud dans la partie que nous étudions.

Outre la discordance, il existe, entre la meule et le système nervien, une autre ligne de démarcation stratigraphique de grande valeur : c'est l'existence de ravinements à la surface de la meule. Nous avons constaté ce fait dans les puits de service des sondages n°s 5 et 6 de Bracquegnies. Les dénudations assez profondes que nous y avons remarquées sont remplies par un sable meuble glauconifère renfermant des fragments roulés et des fossiles provenant de la roche inférieure. La partie inférieure des fortes-toises montre une grande quantité de galets de phtanite et quelques blocs roulés des parties les plus dures de la meule.

Tous les sondages de Bracquegnies ont rencontré, à la partie inférieure du système nervien, le conglomérat de galets et la couche de sable, sur une épaisseur plus ou moins grande, suivant que la sonde traversait un creux ou un renflement de ces dénudations.

Puissances de l'étage. — On a trouvé à la *meule*, dans les différents endroits de la province où elle a été traversée, les puissances suivantes :

Sondage	n° 1	de Bracquegnies	26,70
—	n° 2	—	23,50
—	n° 4	—	21,00
—	n° 5	—	44,00
—	n° 6	—	40,25
—	n° 2	d'Havré	31,00
—	n° 2	de Ghlin	18,50
—		de Braine à Baudour	36,00
—		d'Hautrages	15,00
—	n° 1	de Ville-Pommerœul	15,00
—	n° 2	—	108,00
—	n° 3	de la société de Blaton	21,00
—	n° 4	—	33,00

Sondage n°	5	de la société de Blaton	12,00
— n°	8	—	28,00
— n°	9	—	3,35
— n°	11	—	115,50
— n°	12	—	80,00
— n°	13	—	52,00
— n°	14	—	32,00
— n°	15	—	9,00
— n°	16	—	13,00
— n°	17	—	4,00
— n°	18	—	185,00
— n°	19	—	141,00
Puits Négresse		—	30,00

Les plus grandes épaisseurs connues sont donc : pour la partie orientale du bassin, au sondage n° 5 de Bracquegnies; et, pour la partie occidentale, au sondage n° 18 de la société de Blaton. Mais tous les chiffres que nous venons de donner montrent l'importance géologique de cet étage crétacé, dont on ne s'était guère occupé jusqu'aujourd'hui.

Limites de l'étage. — La *meule*, comme nous l'avons dit plus haut, gît, dans le Hainaut, en une bande étroite, allongée de l'est à l'ouest. Bien que les limites méridionale et septentrionale de cette bande soient partout recouvertes par les étages supérieurs de la formation crétacée, nous croyons cependant pouvoir les tracer approximativement à l'aide des renseignements fournis par les sondages.

C'est à Bracquegnies que l'étage atteint sa plus grande altitude (+ 89^{m},00). C'est aussi l'endroit le plus à l'est où nous en ayons constaté la présence. La limite septentrionale part de l'école de Bracquegnies et se dirige d'abord au nord, puis au nord-ouest vers le château Saint-Pierre; passe au nord de ce château, entre Obourg et Saint-Denis, au sud de Maisières, au nord de Ghlin et dans le village de Baudour où la couche a été traversée par un ancien puits de recherche de houille; de Baudour, elle continue à se diriger vers l'ouest en passant au nord d'Hautrages, au hameau de Risque-à-Tout, commune d'Harchies, dans la partie septentrionale du territoire de Bernissart, et sort du royaume au midi de Bonsecours.

La limite méridionale part de l'école de Bracquegnies, se dirige au sud-

ouest jusque vers le chemin de fer de Mons à Manage, marche ensuite vers l'ouest, passe au sud de Thieu, à la station d'Havré-Ville, probablement au sud d'Obourg et dans le village de Nimy, au sud de Ghlin, au hameau de Douvrain lez-Baudour, traverse le canal de Mons à Condé vers sa rencontre avec le canal de Caraman, et se dirige ensuite, selon toutes probabilités, à peu près parallèlement au cours de la Haine jusqu'à la frontière française. La meule n'a pas, pensons-nous, été rencontrée par les quatre sondages exécutés sur la commune d'Hensies.

Le point le plus bas où la meule ait été trouvée se trouve à Pommerœul, dans le sondage pratiqué au levant de la commune, le long de la route de Thulin. Sa base s'y trouve à l'altitude de — 300 mètres environ.

Caractères paléontologiques. — Cet étage, si remarquable par sa puissance, et si distinct par ses caractères pétrographiques des autres étages crétacés du pays, possède des caractères paléontologiques qui l'en séparent encore plus. Il renferme, en effet, une faune nombreuse, dont la plus grande partie des espèces n'a pas encore été rencontrée en Belgique. C'est dans les déblais des sondages n°s 5 et 6 de Bracquegnies que nous nous sommes procuré presque tous les spécimens que nous possédons. Mais c'est principalement le sondage n° 5 qui a traversé, non pas les couches les plus fossilifères, mais celles où l'extraction des coquilles de la roche était le plus facile.

Cinq assises fossilifères ont été traversées par ce puits, avant d'atteindre le niveau de la nappe d'eau, comme on peut le voir par la coupe que nous en avons donnée plus haut. La première assise est caractérisée par la grande abondance du *Pectunculus sublœvis* et *P. umbonatus,* Sow.; la seconde, par les *Trigonia Dœdalea,* Park., et *Turritella granulata,* Sow.; la troisième, par le *Cardium Hillanum,* Sow., et le *Cyprina angulata,* Sow.; la quatrième, par le *Venus lucina* et le *Venus circinata,* espèces nouvelles que nous décrirons plus loin, et enfin la cinquième, par le *Corbula truncata*, Sow. Ces espèces ne sont pas caractéristiques des assises dans le sens propre du mot, puisque nous avons constaté la présence, dans chacune des cinq couches fossilifères, de toutes les espèces trouvées dans les autres.

La quantité de spécimens que nous nous sommes procurés dans les déblais

de ce puits, dont la section n'était que de 2m,20 de côté, est vraiment étonnante. Nous ne doutons pas que la faune de Bracquegnies ne puisse devenir aussi importante que celle de Montignies-sur-Roc et de Tournai, si la roche était à découvert sur une plus grande surface.

Un caractère remarquable de la faune de Bracquegnies, c'est l'absence, à peu près complète, de *céphalopodes* et de *brachiopodes*. Nous n'avons trouvé, jusqu'à présent, qu'une seule valve douteuse de *terebratula,* et deux ou trois exemplaires indéterminables d'*ammonites*. Mais les *gastéropodes* et les *lamellibranches* ont laissé dans la meule une immense quantité de leurs restes testacés. Nous avons pu, jusqu'à présent, déterminer et décrire quatre-vingt-treize espèces, dont quarante et un gastéropodes, cinquante et un lamellibranches et un annélide, parmi lesquels cinquante et une espèces ont déjà été décrites par les auteurs, et ont, par conséquent, été rencontrées dans d'autres gisements, et quarante-deux nous ont paru entièrement nouvelles. Très-probablement, la meule nous fournira d'autres espèces encore, qui viendront grossir le contingent, déjà si riche, de cette assise vraiment remarquable.

Nous avons dressé le tableau suivant des espèces déjà connues, avec l'indication des localités principales de France, d'Angleterre et de Belgique où on les a rencontrées.

NOMS DES ESPÈCES.	Blackdown.	Rouen.	Sarthe.	TOURTIA de Tournai et Montignies-sur-Roc.	Angleterre. (Gault.)
Gastéropodes.					
Pterocera macrostoma, Sow.	———	»	»	»	»
— *retusa*, Sow.	———	»	»	»	»
Rostellaria Parkinsoni, Sow.	———	»	?	»	»
— *Tyloda?* de Ryck.	»	»	»	———	»
Pyrula depressa, Sow.	———	»	»	»	»
Fusus Smithii, Sow. sp.	»	»	»	»	———
Natica rotundata, Sow. sp.	———	»	———	»	»
A REPORTER.	5	»	1	1	1

NOMS DES ESPÈCES.	Blackdown.	Rouen.	Sarthe.	TOURTIA de Tournai et Montignies-sur-Roc.	Angleterre. (Gault.)
REPORT	5	»	1	1	1
Natica pungens, Sow. sp.	———	»	»	»	»
— *Geinitzii*, Sow. sp. (*N. canaliculata*).	———	»	»	»	———
— *Mesostyle*, de Ryck.	»	»	»	———	»
Turitella granulata, Sow.	———	»	»	»	»
Vermetus concavus, Sow.	———	»	»	»	»
Scalaria pulchra, Sow.	———	»	»	»	»
Turbo Fittoni, Sow. sp. (*Littorina gracilis*) .	———	»	»	»	»
Phasianella Sowerbyi, Sow. sp. (*striata*) .	———	»	»	»	»
— *formosa*, Sow.	———	»	»	»	»
Dentalium medium, Sow.	———	»	»	»	»
Cinulia avellana, Brongn. (*Avellana cassis*, d'Orb.)	»	———	———	———	»
Acteon (*Tornatella*) *affinis*, Sow. sp. . . .	———	»	»	»	»
Lamellibranches.					
Ostrea haliotidea, Sow. sp.	———	———	———	———	»
— *conica*, Sow. sp.	———	———	———	»	»
— *recurvata*, Sow. sp.	———	»	»	»	»
— *digitata*, Sow. sp. (*Chama*)	»	»	»	»	»
Janira quadricostata, Sow. sp.	———	»	»	»	»
— *æquicostata*, Lamk. sp.	———	»	———	»	»
— *cometa*, d'Orb.	»	———	»	»	»
Avicula anomala, Sow.	———	»	———	»	»
Mytilus lanceolatus, Sow.	———	»	»	»	»
— *reversus*, Sow.	———	»	———	»	»
Arca subformosa, Sow. sp.	———	»	»	»	»
— *fibrosa*, Sow. sp	———	»	»	»	———
— *carinata*, Sow. sp.	———	»	———	»	»
Pectunculus umbonatus	———	»	»	»	»
— *sublævis*, Sow..	———	»	»	»	»
Leda lineata, Sow. sp.	———	»	»	»	»
Trigonia dædalea, Park.	———	»	———	»	»
Cardium hillanum, Sow.	———	»	———	»	»
— *subventricosum*, d'Orb.	»	———	»	»	»
Cyprina angulata, Sow.	———	»	»	»	»
Lucina pisum, Sow.	———	»	»	»	»
A REPORTER	33	3	10	4	3

NOMS DES ESPÈCES.	Blackdown	Rouen.	Sarthe.	TOURTIA de Tournai et Montignies-sur-Roc.	Angleterre. (Gault.)
REPORT.	33	5	10	4	3
Venus plana, Sow.	———	»	———	»	»
— *faba*, Sow.	———	———	»	»	»
— *caperata*, Sow.	———	»	»	»	»
— *parva*, Sow.	———	»	»	»	»
Tellina inæqualis, Sow.	———	»	»	»	»
— *gracilis*, Sow. sp.	———	»	»	»	»
Solecurtus compressus, Goldf. (*S. æqualis*, d'Orb.)	»	»	———	»	»
Corbula truncata, Sow.	———	»	»	»	»
Thetis major, Sow.	———	———	»	»	»
Pholadomya Mailleana, d'Orb.	»	———	———	»	»
Annélide.					
Filigrana filiformis, Sow. sp.	———	»	»	———	»
TOTAUX	42	8	13	5	3

On voit, par ce tableau, que des cinquante et une espèces précédemment connues et trouvées par nous dans la meule de Bracquegnies, huit espèces ont été rencontrées dans la craie chloritée des environs de Rouen, treize dans les couches cénomaniennes de la Sarthe, trois dans le Gault, cinq dans le tourtia de Tournai et de Montignies-sur-Roc, et quarante-deux dans le green-sand du Devonshire à Blackdown. Ces résultats ne peuvent laisser aucun doute sur l'identité de la meule avec les couches si remarquables de Blackdown, et l'opinion de M. Horion, qui, s'appuyant sur le caractère paléontologique d'après quelques déterminations faites par M. Gosselet, la rapportait au Gault, ne peut plus guère se soutenir [1].

La faune de la meule de Bracquegnies étant presque entièrement nouvelle pour notre pays, nous avons cru devoir en décrire et en figurer toutes les espèces.

[1] *Notice sur les terrains crétacés de la Belgique*, BULLETINS DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE, 2me série, t. XVI.

Nos dessins ont tous été exécutés par l'un de nous sur les échantillons les plus complets que nous ayons pu nous procurer pour chaque espèce. Nous pouvons les garantir de la plus grande exactitude sous tous les rapports.

Nous saisissons cette occasion pour présenter l'hommage de notre vive reconnaissance à M. le baron de Ryckholdt qui, avec la plus grande bienveillance, a bien voulu nous aider de ses conseils et de sa haute expérience en paléontologie.

DESCRIPTION DES ESPÈCES FOSSILES DE LA MEULE DE BRACQUEGNIES.

—

I. — GASTÉROPODES.

PTEROCERA MACROSTOMA, *Sow. sp.*

(Planche II, fig. 3.)

Synonymie. — **Rostellaria macrostoma**, Sow. in Fitton; 1836. *Trans. geol. soc.*, 4, p. 242, pl. XVIII, fig. 23.
— **Pterocera macrostoma**, d'Orb., 1847. Prodrome, *Terrains crétacés*, 20e étage, p. 154, n° 180.

Coquille turriculée, à tours nombreux, saillants, s'enroulant sous un angle de 41°, séparés par des sutures profondes; une carène très-saillante se remarque à la partie postérieure des tours; une autre, moins aiguë, orne antérieurement le dernier tour; celle-ci se divise en deux pour former la dilatation du labre, laquelle est très-développée.

Remarques. — Les spécimens un peu frustes que nous possédons de cette espèce ne conservent pas les carènes accessoires signalées par Sowerby sur les individus provenant du grès vert de Blackdown. Le bord dilaté n'a pas non plus conservé entièrement l'extension remarquable que lui donne la figure de l'auteur anglais. Malgré cela, nous ne conservons aucun doute sur la réalité de notre identification. Cette espèce est, du reste, fort rare dans la meule.

Notre figure la représente vue de dos, en grandeur naturelle.

PTEROCERA RETUSA, *Sow. sp.*

(Planche II, fig. 2.)

Synonymie. — **Rostellaria retusa**, Sow. in Fitton; 1836. *Trans. geol. soc.*, p. 344, pl. XVIII, fig. 23.
— **Pterocera retusa**, d'Orb., 1847. Prodrome, *Terrains crétacés*, 30e étage, p. 154, n° 181.

Coquille turriculée, s'enroulant sous un angle un peu convexe de 54°, tours nombreux portant une carène assez aiguë. Une autre carène, beaucoup moins prononcée, se remarque en avant de celle-ci, sur le premier tour, mais elle est recouverte, sur les autres, par le retour de la spire. Des côtes longitudinales très-petites ornent le restant de la surface, dont une entre les deux carènes; ces côtes sont plus rapprochées à la partie postérieure des tours qu'à la partie antérieure. Tous ces ornements sont recoupés par des stries d'accroissement souvent peu apparentes. Le labre est très-allongé, en forme d'aile se recourbant très-peu en arrière.



Remarques. — La dilatation du labre n'est pas la même que celle que donne Sowerby à l'espèce de Blackdown, qui se compose seulement, dit-il, d'une bande unique, allongée. Nous avons tout lieu de croire que le spécimen dessiné par Sowerby n'était pas complet. Nous en avons rencontré des exemplaires dont la digitation semble également, au premier abord, peu dilatée, et formée uniquement par le prolongement de la carène. Notre figure et notre description ont été faites d'après un individu complet, sur la bonne détermination duquel nous ne conservons aucun doute. Mais, en admettant même la légère différence signalée plus haut, nous ne pensons pas qu'elle suffise pour faire de la coquille de Bracquegnies une espèce nouvelle. Elle est assez rare dans la meule.

Notre figure la représente vue par-dessus, en grandeur naturelle.

PTEROCERA TUBEROSA, *Sp. n.*

(Planche II, fig. 1.)

Dimension. —	Longueur de la coquille jusqu'à l'origine du canal	0,036 —	100
—	Largeur au dernier tour	0,018 —	50
—	Longueur au dernier tour	0,016 —	44
—	Angle apicial		30°

Coquille turriculée, fort allongée, s'enroulant sous un angle un peu convexe; tours nombreux, séparés par des sutures assez profondes, légèrement carénés au milieu; cette carène est ornée de nombreux tubercules au nombre de quinze à dix-huit pour une révolution de la spire; elle devient très-saillante au dernier tour et surtout au labre, où les tubercules disparaissent. La surface est ornée de très-légères côtes longitudinales, au nombre de quatre à la partie antérieure de la carène et de six à la partie postérieure; entre ces côtes s'en trouvent d'autres plus petites. La forme du labre, qui parait avoir été très-épaisse et de peu de largeur, nous est inconnue.

Remarques. — Cette coquille est assez rare à Bracquegnies, et le plus souvent s'y trouve à l'état de moule : nous n'en avons rencontré qu'un seul spécimen dont le test fût bien conservé : c'est celui que nous avons dessiné. Elle se rapproche beaucoup du ***Rostellaria mailleana***, d'Orb., 1843 (PAL. FR., *Terr. crét.*, p. 29, pl. CCX, fig. 2), qui provient de la craie chloritée inférieure près de Rouen, et dont le genre nous semble un peu douteux. Cette espèce ayant deux carènes bien prononcées au dernier tour, et des lignes

de croissance pour tout ornement, ne peut être confondue avec la nôtre.

La fig. 1 montre cette espèce en grandeur naturelle, vue par-dessus, dans l'état incomplet dans lequel elle a été trouvée.

ROSTELLARIA PARKINSONI, *Mant.*

(Pl. II, fig. 4, 5, 6.)

Synonymie. — **Rostellaria Parkinsoni**, Mantell, 1822, *Geol. of Sussex*, p. 72, 82, 108.
— — — Sow., 1822, *Min. conch.*, 4, pl. 558, fig. 5, 6; non Sow., 1822, *Min. conch.*, pl. 349, fig. 8-12.
— — — d'Orbigny, 1842, PAL. FR., *Terrains crétacés*, p. 288, pl. 208, fig. 1, 2.
— — — d'Orbigny, 1847, Prodrome, *Terr. crét.*, 19e étage, p. 152, n° 176.
— — **Megæra**, d'Orbigny, 1847, Prodrome, *Terr. crét.*, 20e étage, p. 155, n° 190.

Coquille turriculée, à tours convexes, s'enroulant sous un angle régulier de 35°; les premiers tours ornés de côtes obliques plus ou moins nombreuses et serrées, ne correspondant pas d'un tour à l'autre. Le dernier tour porte extérieurement de deux à quatre côtes beaucoup plus saillantes proportionnellement que les autres; ces côtes finissent avant d'atteindre la suture, mais ont leur maximum de saillie dans son voisinage; le restant du dernier tour et le commencement du second en sont tout à fait dépourvus. Des stries longitudinales traversent ces côtes, et sont surtout apparentes chez les individus dont le test est plus ou moins enlevé. Le labre est large et se termine en aile très-développée dont la pointe postérieure est très-longue et très-aiguë.

Remarques. — Tous ces ornements sont très-variables d'un individu à l'autre : les côtes sont plus ou moins nombreuses, plus ou moins saillantes, et souvent inégalement espacées. Dans quelques individus, elles disparaissent presque complétement et ne se montrent plus qu'à l'état de tubercules plus ou moins accusés.

Cette espèce, si variable par ses caractères extérieurs, a subi d'assez grandes vicissitudes. En 1822, Sowerby l'identifiait avec une espèce de l'argile de Londres qui lui ressemble beaucoup, et dont il figurait plusieurs individus (*Min. conch.*, pl. CCCXLIX, fig. 8-12). D'Orbigny admit d'abord cette identification dans la *Paléontologie française*, si nous nous en rapportons à la synonymie de l'espèce décrite p. 288, n° 457, pl. CCVIII, fig. 1 et 2. Cependant l'espèce tertiaire avait déjà été distinguée de l'espèce crétacée, puisque nous la trouvons nommée *Chenopus Sowerbyi*, 1835 (J. Sow., *Index*, *b.*, p. 248), nom que M. Nyst admit en 1843, pour la même espèce trouvée en Belgique. Cette distinction fut naturellement admise par d'Orbigny en

1847 (Prodr., *Terrains tertiaires*, 25e étage; *Parisien*, p. 356, n° 349). Mais cette rectification ne le satisfit pas complétement. Considérant que l'espèce crétacée se rencontre dans deux étages différents, l'albien et le cénomanien, il jugea à propos d'en faire une nouvelle subdivision : il conserva le nom de *R. Parkinsoni* à l'espèce albienne, et donna à l'espèce cinomanienne le nom de *R. Megœra,* d'Orb. 1847.

Nous ne possédons pas les éléments nécessaires pour juger sainement de la justesse de cette dernière distinction. Nous croyons pourtant que l'auteur du Prodrome y a été principalement amené, par sa répugnance à faire passer la même espèce d'un étage à l'autre, passage dont il admet cependant la possibilité en principe, bien que d'une manière exceptionnelle. Or, les fossiles les plus répandus en surface, étant ceux qui passent le plus facilement d'un étage à l'autre, rien de plus rationnel que d'admettre ce passage pour le *R. Parkinsoni,* que l'on rencontre en Angleterre, en Belgique, en Allemagne et en France. En résumé, tout nous porte à croire que d'Orbigny a eu tort de ne pas admettre sa présence dans l'étage cénomanien. Dans tous les cas, l'espèce de Bracquegnies se rapporte incontestablement à celles décrites par Sowerby dans le *Min. conch.*, pl. DLVIII, fig. 5 et 6, et à celle décrite par d'Orbigny lui-même dans la *Pal. fr.*, pl. CCVIII, p. 288, fig. 1 et 2.

D'un autre côté, en se basant sur la forme du labre, nous croyons que l'auteur du Prodrome a eu raison de distinguer du *R. Parkinsoni* le fossile décrit sous ce même nom par Sowerby dans Fitton en 1836 (*Trans. geol. soc.,* pl. XVIII, fig. 24), et de l'identifier avec le *R. Reussii,* Reuss., pl. IX, fig. 9b, distinction déjà indiquée par Geinitz en 1839 (*Charack. der schichten...,* p. 70). Il donne à cette dernière espèce le nom de *R. Megœra.* Mais il est évident aussi que le *R. Reussii,* Geinitz, pl. XVIII, fig. 1, est le même que le *R. Reussii,* Reuss., pl. IX, fig. 9a.

Rostellaria tyloda, de Ryck. — M. de Ryckholt, qui a si bien étudié les fossiles du tourtia de Tournai, a figuré à la pl. XXX, fig. 16-17 (mars 1862) de ses *Mélanges paléontologiques,* un rostellaire qui se rapproche aussi beaucoup du *R. Parkinsoni,* et auquel il a donné le nom de *R. tyloda.* Malheureusement, le texte descriptif de ces planches n'ayant pas encore paru, nous

ne pouvons juger, pour le moment, des raisons qu'a eues cet éminent paléontologiste pour créer une nouvelle espèce, dont le trait distinctif semble être la forme arrondie et dentelée de l'aile.

La fig. 4 représente le *R. Parkinsoni* avec le labre complet, dessiné en grandeur naturelle, vu par-dessus.

Les fig. 5 et 6 représentent un autre individu, vu des deux côtés, dont les côtes sont beaucoup plus serrées et le labre beaucoup moins développé, et qui pourrait bien être le *R. tyloda* de Ryck.

Fasciolaria rustica, *Sp. n.*

(Planche II, fig. 7 et 8.)

Coquille rhomboïdale, à spire très-courte, obtuse, très-convexe, s'enroulant sous un angle de 76°; sutures peu marquées; le dernier tour, très-développé, est orné extérieurement de deux rangées de gros tubercules. Toute la surface est ornée de stries longitudinales assez régulières, recoupées presque à angle droit par des stries d'accroissement irrégulières, de manière à offrir une apparence réticulée. Le bord columellaire porte, à l'origine du canal, un pli oblique assez gros, suivi de plusieurs autres plus petits.

Remarques. — Cette coquille, qui n'est pas très-commune à Bracquegnies, et dont nous n'avons pu trouver que des exemplaires incomplets, se rapproche beaucoup du *Fusus rusticus,* Sow. (in Fitton, *Trans. geol. soc.,* pl. XVIII, p. 344, fig. 18). Nous avons hésité longtemps avant d'en faire une espèce nouvelle. Cependant elle offre, avec l'espèce de Blackdown, des différences telles que leur assimilation n'est guère possible. En effet, celle-ci présente une suture très-profonde; le retour de la spire s'y fait de manière à laisser à découvert la rangée postérieure de tubercules, tandis que, dans la coquille de Bracquegnies, les tubercules ne sont visibles qu'au dernier tour. De plus, le bord columellaire, dans la coquille de Blackdown, est entièrement dépourvu de plis. De sorte que nous avons dû faire de la coquille de la meule, non-seulement une espèce nouvelle, mais la classer dans un autre genre.

Il est vrai que d'Orbigny ne fait commencer les fasciolaires qu'avec son étage danien; mais on sait que M. de Ryckholt en a signalé et décrit plusieurs, provenant du tourtia de Tournai et de Montignies-sur-Roc.

La fig. 7 représente cette espèce vue du côté de la bouche.

La fig. 8 la représente vue par-dessus.

FASCIOLARIA RUGOSA, *Sp. n.*

(Planche III, fig. 1 et 2.)

Dimension. —	Longueur de la coquille jusqu'à l'origine du canal	0,050 —	100
—	Épaisseur au dernier tour.	0,023 —	46
—	Longueur du dernier tour.	0,015 —	30
—	Angle apicial		33°

Coquille très-mince, allongée, à tours nombreux et rugueux, carénés au milieu, ornée de sillons d'accroissement transverses, recoupés par d'autres sillons longitudinaux, les uns et les autres d'une grande irrégularité. Des tubercules de formes diverses, quelquefois très-saillants et anguleux, d'autres fois presque nuls, ornent la carène; bouche anguleuse postérieurement; columelle portant quelques plis larges, arrondis et peu saillants à l'origine du canal.

Remarques. — Cette coquille est très-rare à Bracquegnies ; nous n'en avons rencontré qu'un seul individu que nous avons dessiné dans l'état incomplet où il a été trouvé.

La fig. 2 le représente du côté de la bouche.

La fig. 1 le représente vu du dos.

CANCELLARIA ORBIGNYANA, *Sp. n.*

(Planche II, fig. 9 et 10.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,024 —	100
—	Largeur.	0,012 —	50
—	Angle apicial		40°

Coquille fort élégante, à spire allongée, à tours nombreux; ornée de côtes transverses saillantes, en forme de varices, au nombre de seize à dix-huit pour une révolution de la spire, assez saillantes à la suture, et diminuant progressivement de saillie en approchant du bord antérieur. Des côtes longitudinales, très-fines et régulières, recoupent ces grosses côtes presque à angle droit; suture profonde, canaliculée; bouche ovale allongée; canal court, rejeté en arrière; deux petits plis spiraux à la columelle.

Remarques. — Nos dessins ont été faits d'après un magnifique spécimen, actuellement en la possession de M. de Ryckholt. Nous n'en avons conservé que des individus incomplets, mais dont les ornements sont parfaitement accusés. Cette espèce est assez rare dans la meule.

La fig. 9 la représente vue du côté de la bouche.

La fig. 10 la représente vue par-dessus.

PYRULA DEPRESSA, *Sow.*

(Planche VI, fig. 22 et 23.)

Synonymie. — **Pyrula depressa,** Sow., 1836; in Fitton. *Trans. geol. soc.*, pl. XVIII, fig. 20.
— — d'Orb., 1847. Prodrome, *Terrains crétacés*, 20e étage, p. 155, n° 205.

Dimension. — Longueur de la coquille	0,015	— 100
— Largeur de la coquille	0,014	— 93

Coquille pyriforme, presque aussi large que longue, à tours peu nombreux, le dernier très-dilaté, arrondi; spire plate; toute sa surface est ornée de côtes longitudinales, nombreuses, arrondies, inégales, recoupées de quelques stries de croissance.

Remarques. — Malgré une légère différence dans la forme des ornements, nous croyons notre détermination exacte : le facies de la coquille de Bracquegnies est tout à fait le même que celui de la coquille de Blackdown. Nous n'avons trouvé, dans la meule, que quelques individus de cette espèce.

La fig. 22 la représente vue par-dessus.

La fig. 23 vue du côté de la spire.

FUSUS SMITHII, *Sow. sp.*

(Planche II, fig. 11 et 12.)

Synonymie. — **Pyrula Smithii,** Sow., 1836; in Fitton. *Trans geol. soc.*, 4, pl. 11, fig. 15.
— **Fusus Smithii,** d'Orb., 1847. Prodrome, 19e étage, p. 133, n° 180.

Coquille ovale, rhomboïdale, globuleuse, à spire très-courte, s'enroulant sous un angle de 81°; elle se trouve presque toujours à l'état de moule, et, dans ce cas, elle est ornée de quatre rangées de tubercules, disposés en côtes transverses; les deux rangées médianes, assez prononcées, ornent deux carènes longitudinales; les deux extrêmes sont à peine sensibles; ces côtes tuberculeuses, d'après un spécimen mieux conservé, semblent n'exister qu'à l'intérieur de la coquille; à l'extérieur, elles sont remplacées par quatre carènes longitudinales, dont les deux médianes sont très-saillantes. Toute la surface est ornée de stries longitudinales, recoupées par des stries d'accroissement moins accusées; elles sont surtout bien prononcées à la partie antérieure du dernier tour. La bouche est très-grande, ovale, allongée; le bord columellaire un peu tortueux.

Remarques. — Ce n'est pas sans quelque hésitation que nous avons rapporté ce fossile de Bracquegnies au *F. Smithii,* qui est une espèce albienne ou du Gault de Copt-Point, près de Folkstone. Cela suppose, en effet, un passage d'un étage à l'autre. Mais la description, et surtout les figures de

Sowerby, ne peuvent guère nous laisser de doutes à cet égard. Il est assez remarquable que les coquilles anglaises soient trouvées dans le même état que celles de Bracquegnies, c'est-à-dire le plus souvent à l'état de moules, et ne conservant que très-rarement leurs ornements extérieurs.

Cette espèce se distingue du *F. albensis*, d'Orb., autre espèce albienne (*Pal. fr.*, II, p. 334, pl. CCXXII, fig. 8-10), par les quatre carènes du dernier tour, et par son angle apicial beaucoup plus ouvert, celui de cette dernière espèce n'étant que de 70°.

Elle est aussi très-voisine du *Pyrula subcarinata*, d'Arch., du tourtia de Tournai (*Rapp. sur le tourtia*, p. 345, pl. XXV, fig. 7[a]), mais elle s'en distingue aisément par son angle spiral beaucoup plus aigu, celui de l'espèce de M. d'Archiac étant, d'après sa figure, de 110°.

La fig. 11 représente cette espèce, ornée de ses quatre carènes, vue du côté de la bouche.

La fig. 12 la représente à l'état de moule, comme on la trouve habituellement, vue par-dessus.

Fusus Dejaerii. *Sp. n.*

(Planche II, fig. 13 et 14.)

Dimension. —	Longueur jusqu'à l'origine du canal	0,022 —	92
—	Largeur au dernier tour	0,024 —	100
—	Angle apicial		110°

Coquille rhomboïdale, plus large que longue, à spire très-obtuse, les tours se dilatant très-rapidement; ornée de deux carènes très-prononcées, séparées par une partie concave assez profonde, simulant une gorge de poulie. La surface est recouverte partout de stries longitudinales recoupées presque à angle droit par des stries transversales d'accroissement, les premières très-bien accusées à la partie antérieure.

Remarques. — Cette espèce est très-rare à Bracquegnies : l'unique spécimen que nous avons eu à notre disposition était incomplet et se trouve en ce moment en la possession de M. de Ryckholt. Il avait été recueilli par M. E. Dejaer, ingénieur au corps des mines, à qui nous dédions cette nouvelle espèce.

La fig. 13 la représente vue du côté de la bouche.

La fig. 14 la représente vue par-dessus.

FUSUS DUBIUS, *Sp. n.*

(Planche III, fig. 3 et 4.)

Dimension. —	Longueur de la coquille, jusqu'à l'origine du canal	0,035 —	100
—	Longueur de la bouche, jusqu'à l'origine du canal	0,015 —	43
—	Largeur au dernier tour	0,018 —	50
—	Angle apicial	38° à	39°

Coquille allongée, fusiforme, à tours nombreux, arrondis, ornés de grosses côtes longitudinales séparées par de plus petites, plus prononcées à la partie saillante des tours; cinq grosses côtes et six petites restent à découvert par le retour de la spire; elles sont recoupées par des côtes transverses moins régulières. Bouche arrondie; sutures profondes.

Remarques. — Cette espèce est très-rare à Bracquegnies; nous n'en possédons qu'un seul spécimen dont la columelle n'a pu être dégagée entièrement, à cause de la dureté de la roche encroûtante, et dont la détermination générique reste, par conséquent, quelque peu incertaine.

La fig. 3 la représente vue du côté de la bouche.

La fig. 4 vue par-dessus.

NATICA ROTUNDATA, *Sow. sp.*

(Planche II, fig. 19 et 20.)

Synonymie. — **Turbo rotundatus**, Sow, 1823. *Min. conch.*, V, p. 45, pl. CCCCXXXIII, fig. 3, 4.
— **Natica rotundata**, d'Orb., 1847. Prodrome, *Terrains crétacés*, 2e étage, p. 150, n° 95.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,026 —	100
—	Largeur de la coquille	0,017 —	66
—	Longueur de l'ouverture	0,016 —	62
—	Angle apicial		72°

Coquille ovale, subglobuleuse, marquée de lignes d'accroissement irrégulières assez prononcées, recoupées par des stries longitudinales excessivement fines, que l'on ne peut le plus souvent apercevoir qu'à la loupe; spire pointue, formée d'un angle un peu convexe, à tours arrondis, séparés par des sutures profondes. Bouche ovale, dilatée antérieurement.

Remarques. — Les espèces du genre *Natica* sont souvent fort difficiles à distinguer les unes des autres, la même espèce variant quelquefois dans d'assez grandes proportions. De plus, on a souvent décrit comme distinctes, des espèces qui très-probablement sont identiques, ou n'offrent que des différences

peu importantes. Nous citerons entre autres trois espèces de d'Orbigny, qui offrent avec le *N. rotundata* des différences très-légères sur lesquelles on ne se serait probablement pas arrêté, si elles eussent été rencontrées dans le même étage. Ce sont le *N. sublævigata*, d'Orb., que cet auteur avait d'abord rapporté au *N. pungens*, Sow., que nous décrirons plus loin (*Pal. fr.*, p. 148, pl. CLXX, fig. 6); le *N. Clementina*, d'Orb. (*Id.*, p. 154, pl. CLXXII, fig. 4), laquelle avait été aussi rapportée au *N. pungens*, par Leymerie, en 1843; et le *N. cassisiana*, d'Orb. (*Id.*, p. 163, pl. CLXXIV, fig. 1 à 4). La première est néocomienne : elle a les proportions, l'angle apicial et les autres caractères du *N. rotundata*, et lui est, en résumé, identique quant à la forme. La seconde, qui est albienne, semble mal figurée dans l'ouvrage de d'Orbigny, puisque cet auteur lui donne un angle apicial de 80°, tandis que le dessin ne porte cet angle qu'à 73°; c'est la différence de ces angles qui constitue le seul signe distinctif des deux espèces. Enfin, la troisième qui, comme la première, est néocomienne, se distingue de l'espèce de Sowerby par les points creux très-petits qui ornent sa surface et qui pourraient bien n'être que les points d'intersection des deux séries de stries que nous avons signalées.

Le *N. rotundata* a été découvert dans le grès vert de Blackdown par Sowerby. Il a été depuis signalé par d'Orbigny dans le département de la Sarthe. Cette espèce n'est pas très-commune à Bracquegnies; nous en avons cependant rencontré quelques spécimens d'une belle conservation.

Fig. 19, vue de cette espèce du côté de la bouche.

Fig. 20, vue par-dessus.

NATICA PUNGENS, *Sow. sp.*

(Planche II, fig. 21 et 22.)

Synonymie. — **Littorina pungens**, Sow., 1836; in Fitton, *Trans. geol. soc.*, pl. XVIII, fig. 5
— **Natica pungens**, d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20e étage, p. 150, n° 96.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,0145 —	100
—	Largeur de la coquille	0,012 —	82
—	Longueur de l'ouverture	0,0095 —	66
—	Angle apicial		77°

Coquille ovale, globuleuse, à spire aiguë; tours arrondis, le dernier dilaté plus que proportionnellement à la croissance de la coquille, de sorte que l'angle apicial est con-

cave, et d'autant plus ouvert que le spécimen observé est plus avancé en âge. La surface parait entièrement lisse; mais, à l'aide d'une forte loupe, on y découvre deux séries de stries très-fines : les premières longitudinales; les secondes transverses et parallèles aux plis d'accroissement; ceux-ci très-rares et peu prononcés. Bouche arrondie, dilatée antérieurement.

Remarques. — Cette espèce diffère du *N. rotundata*, par son angle plus ouvert et concave au lieu d'être convexe, par son dernier tour plus dilaté, et par sa surface à peu près lisse.

Si nous nous en rapportons à la description du *N. Clementina* de d'Orbigny, qui donne à cette espèce un angle apicial de 80°, et non à la fig. 4, pl. CLXXII de la *Paléontologie française*, dont l'angle est beaucoup moins ouvert, il devient assez difficile de le distinguer du *N. pungens*, si ce n'est par la régularité de son angle apicial : différence bien légère, dont il est parfois impossible de s'assurer à la simple vue.

Cette espèce n'avait, jusqu'à présent, été rencontrée que dans le grès vert de Blackdown; des auteurs lui ont assimilé d'autres espèces provenant d'autres localités; mais ces assimilations ne sont rien moins que certaines, et nous en avons signalé deux à l'article précédent qui sont évidemment inexactes. Elle est assez commune à Bracquegnies, et souvent bien conservée.

Fig. 22, vue du côté de la bouche.

Fig. 21, vue par-dessus.

NATICA GEINITZII, *Sow. sp.*

(Planche III, fig. 5 et 6.)

Synonymie. — **Natica canaliculata**, Sow., 1836; in Fitton, *Trans. geol. soc.*, 4, pl. XI, fig. 12, et pl. XVIII, fig. 6.
— — — Geinitz, 1843; *Nach.*, p. 10, pl. I, fig. 20.
— — **Geinitzii**, d'Orb., 1847; Prodrome, 20e étage, p. 150, n° 97.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,022	— 100
—	Largeur de la coquille	0,022	— 100
—	Longueur de la bouche	0,0175	— 80
—	Angle apicial		130°

Coquille aussi large que longue, globuleuse, déprimée, à spire très-courte et très-obtuse, ornée de lignes de croissance nombreuses, irrégulières. Bouche très-grande, arrondie; suture canaliculée dans les premiers tours, moins profonde à la bouche, où la carène

produite par cette disposition est presque disparue; une légère inflexion du tour se remarque près de cette carène. Ombilic grand, circulaire.

Remarques. — Mantell décrivit, en 1822 (*Geol. of Sussex*, pl. XIX, fig. 13), une coquille tertiaire sous le nom d'*Ampullaria canaliculata*, à laquelle Sowerby rapporta, en 1836, une espèce presque identique de forme qu'il baptisa du nom de *N. canaliculata*, et qui se rencontre en Angleterre dans les étages albien et cénomanien. Cette synonymie ne pouvait évidemment être conservée; aussi l'auteur du Prodrome sépara, en 1847, ces deux espèces : il laissa à l'espèce tertiaire le nom de *N. canaliculata*, comme plus anciennement décrite, et donna à l'espèce crétacée, le nom de *N. Geinitzii*.

Cette espèce est très-répandue : on la rencontre, en Angleterre, dans le gault et dans le grès vert de Blackdown, à Kiesling-Walda, en Silésie, et à Lyssa, en Bohême. Elle est rare à Bracquegnies.

Fig. 5, vue du côté de la bouche.

Fig. 6, vue par-dessus.

NATICA MESOSTYLE, *de Ryck.*

(Planche II, fig. 25 et 26.)

Synonymie. — **Natica mesostyle**, de Ryckhold, 1860; *Mél. Pal.*, 3e part., pl. XXV, fig. 1.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,014 —	93
—	Largeur de la coquille	0,015 —	100
—	Longueur du dernier tour	0,011 —	73

Coquille très-déprimée, à tours très-dilatés, ornée de stries d'accroissement transverses. Spire très-courte, s'enroulant sous un angle très-ouvert. Ombilic très-grand, profond, évasé. Bouche allongée, oblique de dedans en dehors, le bord interne droit.

Remarques. — Cette espèce se rapproche beaucoup du *N. excavata*, Michelin, qui est une espèce albienne. Le texte explicatif des planches de M. de Ryckholt n'étant pas encore paru au moment où nous écrivons, nous ne connaissons pas les motifs qui ont engagé cet auteur à faire une espèce nouvelle. Il nous a paru que le *N. mesostyle* est plus arrondi, ou, si l'on veut, moins caréné à la partie antérieure des tours, ce qui rend la bouche moins aiguë en avant. La coquille de Tournai, comme celle de Bracquegnies,

n'a pas non plus cette légère dépression qui longe la suture chez le *N. excavata*.

Cette espèce a été rencontrée par M. Ryckholt dans le tourtia de Tournai. Elle est fort rare dans la meule.

Fig. 25, vue de la coquille du côté de la bouche.

Fig. 26, vue par-dessus.

NATICA TOILLIEZIANA, *Sp. n.*

(Planche II, fig. 15 et 16.)

Dimension. —	Longueur de la coquille.	0,052 —	100
—	Largeur de la coquille	0,036 —	69
—	Longueur du dernier tour	0,033 —	64
—	Angle apicial		83°

Coquille très-grande, épaisse, ovale, globuleuse, ornée de stries d'accroissement transverses assez prononcées, entremêlées de sillons assez régulièrement espacés. Tours arrondis extérieurement, carénés à la partie postérieure où ils rejoignent brusquement la suture à angle presque droit; suture profonde, non canaliculée; ombilic nul. Bouche grande, ovale, oblique de dehors en dedans.

Remarques. — Cette espèce est assez rare à Bracquegnies; nous la dédions à feu M. Albert Toilliez, ingénieur principal au corps des mines, à Mons.

Fig. 15, vue du côté de la bouche.

Fig. 16, vue par-dessus.

NATICA LEHARDYI, *Sp. n.*

(Planche II, fig. 17, 18 et 18*bis*.)

Dimension. —	Longueur de la coquille.	0,044 —	100
—	Largeur de la coquille	0,030 —	68
—	Longueur du dernier tour.	0,028 —	64
—	Angle apicial		70°

Coquille épaisse, assez grande, ovale, allongée, marquée de stries d'accroissement et de sillons assez régulièrement espacés. Tours arrondis extérieurement; suture profonde, canaliculée; ombilic nul; bouche allongée, ovale, un peu inclinée de dehors en dedans.

Remarques. — Cette espèce se distingue de la précédente, par ses proportions et par sa suture canaliculée. Toutes les deux ont beaucoup de rapport avec le *N. bulimoïdes,* d'Orb. (espèce néocomienne, PAL. FR., *Ters. crét.,*

p. 153, pl. CLXXII, fig. 2-3), mais celle-ci est plus allongée, et la longueur du dernier tour proportionnellement beaucoup moindre.

Elle est assez rare dans la meule, bien que plus abondante que l'espèce précédente. Nous la dédions à M. Le Hardy de Beaulieu, professeur à l'école des mines de Mons.

Fig. 18, vue du côté de la bouche.

Fig. 17, vue par-dessus.

Fig. 18bis, coupe montrant la suture canaliculée.

NATICA SUBACUMINATA, *Sp. n.*

(Planche II, fig. 23 et 24.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,013 —	100
—	Largeur de la coquille	0,011 —	85
—	Longueur du dernier tour	0,009 —	69

Coquille globuleuse, à spire très-aiguë, mais s'évasant très-rapidement par la dilatation des tours successifs, le dernier surtout est très-dilaté; surface ornée de stries de croissance très-fines, irrégulières. Bouche arrondie, grande; ombilic nul.

Remarques. — Cette espèce semble réunir tous les caractères du *N. pungens*, mais excessivement exagérés. Elle ressemble beaucoup au *N. acuminata*, espèce tertiaire, avec laquelle elle ne peut par conséquent être confondue.

Fig. 24, vue du côté de la bouche.

Fig. 23, vue par-dessus.

TURRITELLA GRANULATA, *Sow.*

(Planche III, fig. 43 et 44.)

Synonymie. —	**Turritella**	**granulata**,	Sow., 1827; *Min. conch.*, 6, p. 125, pl. DLXV, fig. 1 et 2.
—	—	—	Geinitz, 1839; *Char.*, p. 44, pl. XV, fig. 7-11.
—	—	—	d'Orb., 1843; PAL. FR., *Terrains crétacés*, t. II, p. 46, pl. CLIII, fig. 5-7.
—	—	—	d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20e étage, p. 148, n° 60.

Coquille à spire très-allongée, régulièrement conique, s'enroulant sous un angle de 13°; tours peu convexes, ornés de quatre côtes granuleuses longitudinales, recoupées par des stries d'accroissement sinueuses.

Remarques. — Cette espèce est très-abondante à Bracquegnies, mais les exemplaires qui ont conservé tous leurs ornements sont très-rares. Elle est,

du reste, excessivement variable suivant les localités et les descriptions des auteurs. Ainsi, tandis que Sowerby qui, le premier, a décrit cette espèce provenant du grès vert de Blackdown, lui donne trois ou quatre rangées de granules, d'Orbigny, qui l'a rencontrée dans un grès rouge aux environs d'Uchaux (Vaucluse) lui donne cinq côtes marquées de granulations très-prononcées. Les figures de Geinitz, de leur côté, sont très-variées, mais assez mal dessinées, et n'appartenant probablement pas toutes à cette espèce. On trouve, à Bracquegnies, des spécimens s'adaptant parfaitement à toutes ces descriptions, quelque variées qu'elles soient. La couche extérieure du test semble avoir été enlevée dans le plus grand nombre des cas, avec les ornements qui en faisaient le caractère distinctif; et très-probablement, plusieurs variétés décrites comme espèces distinctes par les auteurs, doivent être rapportées à la *T. granulata* de Sowerby. Nous l'avons trouvée quelquefois entièrement lisse, et ne conservant plus la moindre trace des granulations; mais, le plus souvent, ces granulations sont conservées plus ou moins distinctement à la bande postérieure près de la suture; les autres bandes sont simples, peu saillantes, inégales, inégalement espacées, et plus ou moins nombreuses. Quant aux stries d'accroissement, si on les distingue parfaitement dans quelques spécimens, elles sont, le plus souvent, complétement effacées. Il est assez remarquable que parmi les fossiles, généralement d'une conservation parfaite, que nous a procurés la meule de Bracquegnies, aucun spécimen de cette turritelle n'a été trouvé parfaitement intact.

Fig. 43, vue de la coquille, telle qu'on la trouve généralement, n'ayant conservé ses granulations qu'à la suture.

Fig. 44, vue d'un spécimen ayant conservé ses quatre bandes granuleuses [1].

TURRITELLA SUBALTERNANS, *Sp. n.*

(Planche III, fig. 45.)

Dimension. — Longueur de la coquille	0,030 —	100
— Largeur de la coquille	0,009 —	30
— Angle apicial		18° à 19°

[1] Le graveur a assez mal rendu les diverses particularités de cette espèce. Dans les deux figures, les stries de croissance sont beaucoup trop accusées, et dans la fig. 44, les quatre bandes granuleuses ne sont pas assez visibles.



Coquille régulièrement conique, à spire allongée, à tours nombreux; une carène longitudinale, très-aiguë, se remarque à la partie antérieure des tours près de la suture. Celle-ci très-prononcée, le tour postérieur débordant assez fortement le tour antérieur; deux côtes très-peu accusées, et souvent même imperceptibles, chez les plus petits individus, ornent l'extérieur des tours. Bouche fortement sinueuse en avant.

Remarques. — Cette espèce ressemble beaucoup au *T. alternans,* Roemer, figurée dans Reuss., pl. XLIV, fig. 13, dont l'angle apicial et les ornements sont à peu près les mêmes. Mais celle-ci étant une espèce sénonienne, il nous est impossible d'identifier les deux coquilles, et nous croyons devoir faire de celle de Bracquegnies une espèce nouvelle. Elle est assez rare dans la meule, mais s'y trouve parfaitement conservée, bien que presque toujours incomplète.

VERMETUS CONCAVUS, *Sow.*

(Planche VI, fig. 16.)

Synonymie. — **Vermicularia concava, et Vermetus concavus,** Sow., *Min. conch.*, pl. LVII, fig. 1-5.
— **Vermetus concavus,** Sow., 1836; in Fitton, *Trans. geol. soc.*, pl. XVIII, fig. 10.

Coquille en tube arrondi, mais présentant en certains points une forme vaguement polygonale, recouverte partout de stries d'accroissement transverses; enroulée en spirale assez régulière, concave d'un côté, plane de l'autre; les tours successifs sont très-adhérents sur presque toute leur épaisseur, par des expansions latérales du test.

Remarques. — La forme décrite ci-dessus, est celle du jeune âge de la coquille; plus tard, le tube se prolonge d'une manière plus ou moins régulière et abandonne la forme spirale.

Nous ne rapportons qu'avec doute cette espèce aux coquilles décrites par Sowerby dans le ***Min. conch.*** comme provenant du grès vert de Dilton, près de Westbury, auxquelles il avait assimilé un *Vermetus* que nous croyons différent du grès vert de Blackdown (*Trans. geol. soc.*). Cette dernière espèce, qui est bien celle de Bracquegnies, a les tours de la partie spirale beaucoup plus adhérents l'un à l'autre que la première; toute leur ressemblance gît en ce que la partie enroulée est concave d'un côté, fait de peu d'importance en lui-même.

Cette espèce est assez rare à Bracquegnies; la figure la représente du côté du point d'attache, ou de la face plane.

Scalaria pulchra, *Sow.*

(Planche III, fig. 41, 42.)

Synonymie. — **Scalaria pulchra,** Sow., 1836; in Fitton, *Trans. geol. soc.*, p. 345, pl. XVIII, fig. 11.
— — — d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20e étage, p. 148, no 54.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,020 —	100
—	Largeur de la coquille	0,0065 —	32
—	Longueur du dernier tour	0,004 —	20
—	Angle apicial		19°

Coquille conique, allongée, à tours nombreux, un peu arrondis; ornée de côtes transverses, saillantes, au nombre de neuf ou dix pour une révolution de la spire; ces côtes se terminent antérieurement à une bande longitudinale lisse, que l'on ne peut voir qu'au dernier tour; elle se trouve cachée, dans les autres, par le retour de la spire. Bouche arrondie, un peu anguleuse en avant.

Remarques. — Les tours ainsi que la bouche de cette espèce sont moins arrondis, à Bracquegnies, que dans la figure de Sowerby : hormis cette différence, tous les autres caractères sont identiques. Elle n'a encore été rencontrée que dans le grès vert de Blackdown, et dans la meule de Bracquegnies, où elle est rare.

Fig. 42, vue du côté de la bouche.

Fig. 41, vue par-dessus.

Solarium Ryckholtii, *Sp. n.*

(Planche III, fig. 37 et 38.)

Dimension. —	Hauteur de la coquille	0,007 —	64
—	Largeur de la coquille	0,011 —	100
—	Hauteur du dernier tour	0,004 —	36
—	Angle apicial		120° à 125°

Coquille petite, assez surbaissée, à sommet légèrement convexe, à tours arrondis, légèrement carénés extérieurement; suture renfoncée; ornée, sur la partie postérieure des tours de côtes longitudinales fines et aiguës au nombre de sept ou huit, la seconde près de la suture très-saillante; elles sont séparées par des sillons arrondis, qui paraissent, ainsi que les côtes, ne pas être d'une régularité parfaite chez tous les individus. Deux de ces côtes, et quelquefois trois, sont ornées, près de la suture, de nombreuses granulations disposées en rangées rayonnantes. La partie antérieure des tours, à partir de la carène, est entièrement lisse, et ne montre que quelques sillons d'accroissement à l'ombilic.

Remarques. — Deux espèces du tourtia de Tournai sont très-voisines de la nôtre; ce sont : Le *S. Thirrianum,* d'Archiac (*Mém. de la Soc. géol. de France,* 2me série, p. 334, pl. XXII, fig. 7) et le *S. concentricum,* de Ryckholt (*Mél. pal.,* 3me p., pl. XXVI, fig. 16 et 17). Elle se distingue du *S. Thirrianum* par son ombilic beaucoup moins ouvert, et les granules ornant les premières côtes près de la suture, au lieu de plis rayonnant jusqu'au milieu du tour; et du *S. concentricum* par ses côtes concentriques beaucoup moins prononcées, par son angle apicial beaucoup plus ouvert, et surtout par sa base lisse, au lieu d'être couverte de granules comme l'indique la figure 17 de M. de Ryckholt. Remarquons, cependant, que le texte descriptif de cette espèce, n'ayant pas encore paru au moment où nous écrivons, il nous reste quelques doutes à cet égard. Le *S. Ryckholtii* est abondant à Bracquegnies.

Fig. 37, vue latérale de la coquille, du côté de la bouche.

Fig. 38, vue du côté de la spire.

RISSOA MAXIMA, *Sp. n.*

(Planche III, fig. 7 et 8.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,025 —	100
—	Largeur de la coquille	0,009 —	36
—	Longueur du dernier tour	0,009 —	36
—	Angle apicial		30°

Coquille conique, allongée, pointue, à tours nombreux, presque plats, à sutures bien marquées; ornée de stries d'accroissement fines, souvent peu distinctes. Bouche petite, arrondie, un peu sinueuse à la partie postérieure; bourrelet assez large, marqué aussi de lignes de croissance; callosité très-forte et très-épaisse au bord columellaire.

Remarques. — Cette coquille, quand elle n'est pas complète, ou qu'elle n'a pas acquis son entier développement, serait facilement prise pour un *Chemnitzia;* mais le bourrelet des individus complets doit la faire ranger dans le genre *Rissoa,* bien que les espèces de ce genre n'atteignent pas souvent cette taille. Elle n'est pas très-rare à Bracquegnies.

Fig. 7, vue du côté de la bouche.

Fig. 8, vue par-dessus.



NERITA RUGOSA, *Sp. n.*

(Planche III, fig. 50, 51, 52.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,020 —	91
—	Largeur de la coquille	0,022 —	100
—	Longueur du dernier tour	0,0175 —	80
—	Angle apicial		17°

Coquille épaisse, plus large que longue, à tours peu nombreux, distincts, fortement carénés extérieurement, le dernier très-dilaté, s'enroulant obliquement. Spire ornée de côtes assez fortes, un peu courbées, irrégulières, rayonnant tangentiellement au tour précédent et se terminant brusquement à la carène, où elles forment de gros tubercules irréguliers; le restant de la surface est plus ou moins rugueux.

Remarques. — La grande saillie et l'irrégularité des ornements de cette espèce en forment le caractère distinctif. L'espèce dont elle se rapproche le plus est le *Nerita* (*Natica*) *nodosocostata,* Reuss., sp. (*Die Verst. der Böhm. Kreid.,* II, p. 113, pl. XLIV, fig. 21) dont la spire est moins aiguë, et les côtes rayonnantes plus nombreuses que les nœuds de la carène.

Nous n'en avons recueilli qu'un seul spécimen dans la meule; la dureté de l'encroûtement ne nous a pas permis de vérifier si le bord columellaire est dentelé.

Fig. 50, vue du côté de la bouche.

Fig. 52, vue par-dessus.

Fig. 51, vue du côté de la spire.

TURBO FITTONI, *Sow. sp.*

(Planche III, fig. 34, 35, 36.)

Synonymie. — **Litterina gracilis**, Sow, 1836; in Fitton, *Trans. geol. soc*, 4, p. 343, pl. XVIII, fig. 12.
— **Turbo Fittoni**, d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20e étage, p. 132, n° 142.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,0115 —	100
—	Largeur de la coquille	0,00625 —	54
—	Longueur du dernier tour	0,0045 —	39
—	Angle apicial		38°

Coquille turriculée, à spire aiguë, à tours nombreux, arrondis, ornés de côtes transverses assez fortes, surtout au milieu des tours. Ces côtes sont recoupées par quatre côtes longitudinales assez saillantes entre lesquelles s'en trouvent d'autres plus fines. Bouche arrondie, se projetant en avant.

Remarques. — Cette espèce n'a encore été rencontrée qu'à Blackdown et à Bracquegnies. Elle est assez commune dans la meule, mais n'y est pas souvent intacte; nous en avons cependant rencontré quelques spécimens bien conservés.

Fig. 35, vue du côté de la bouche, en grandeur naturelle.

Fig. 34, vue par-dessus, en grandeur naturelle.

Fig. 36, vue du second tour, fortement grossi.

PHASIANELLA SOWERBYI, *Sow. sp.*

(Planche III, fig. 20, 21.)

Synonymie. — **Phasianella striata**, Sow., 1836; in Fitton, *Trans. geol. soc.*, pl. XVIII, fig. 15.
— **Phasianella Sowerbyi**, d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20e étage, p 152, no 126.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,012 —	100
—	Largeur de la coquille.	0,0065 —	54
—	Longueur du dernier tour	0,007 —	58
—	Angle apicial		60°

Coquille assez petite, ovale, allongée, à spire aiguë; ornée de stries longitudinales fines, nombreuses, plus prononcées à la partie postérieure des tours, près de la suture; recoupées par des stries d'accroissement très-rares, irrégulières. Bouche allongée, arrondie en avant, aiguë en arrière.

Remarques. — D'Orbigny ayant réservé dans le Prodrome (12e étage, p. 333, no 79), le nom de *P. striata* à une espèce décrite en 1813 par Sowerby sous le nom de *Melania striata*, a dû changer le nom de l'espèce crétacée, qui est devenue le *P. Sowerbyi*. Il eût peut-être été plus rationnel de faire le contraire, de laisser à celle-ci le nom donné par l'auteur du *Mineral. conchology,* et de changer seulement celui de l'espèce callovienne.

Le *P. Sowerbyi* est généralement plus petit à Bracquegnies qu'à Blackdown, si nous en jugeons par la figure de Sowerby; mais les caractères de l'espèce sont tellement évidents, qu'aucun doute n'est possible sur notre détermination. Elle n'est pas rare dans la meule, mais n'y est pas souvent bien conservée, le test s'en allant presque toujours en poussière. Nous en avons cependant rencontré quelques spécimens d'une conservation parfaite.

Fig. 20, vue du côté de la bouche.

Fig. 21, vue par-dessus.

PHASIANELLA FORMOSA, *Sow.*

(Planche III, fig. 24, 25, 26.)

Synonymie. — **Phasianella formosa,** Sow., 1836; in Fitton, *Trans. geol. soc*, p. 343, pl. XVIII, fig. 14.
— — — d'Orb., 1847; Prodrome, 20e étage, p. 152, no 125.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,0055 —	100
—	Largeur de la coquille	0,0033 —	60
—	Longueur du dernier tour	0,004 —	73
—	Angle apicial	environ	70°

Coquille très-petite, ovale, à spire assez courte, à tours arrondis, le dernier très-développé. Bouche fort allongée, arrondie en avant, aiguë en arrière; la surface des tours paraît, à l'œil nu, entièrement dépourvue d'ornements; mais à l'aide d'un assez fort grossissement, on peut y reconnaître des stries longitudinales.

Remarques. — Cette espèce, découverte par Sowerby dans le grès vert de Blackdown, se distingue de la précédente par sa taille beaucoup plus petite, par son angle apicial plus ouvert, et le dernier tour proportionnellement beaucoup plus grand. Elle n'est pas très-commune à Bracquegnies, et le plus souvent, sa conservation laisse à désirer.

Fig. 25, vue du côté de la bouche, fortement grossie.

Fig. 26, vue par-dessus, fortement grossie.

Fig. 24, vue par-dessus, grandeur naturelle.

PHASIANELLA GLOBOSA, *Sp. n.*

(Planche III, 22, 23.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,012 —	100
—	Largeur de la coquille	0,008 —	66
—	Longueur du dernier tour	0,010 —	83
—	Angle apicial		95°

Coquille ovale, globuleuse, à spire très-courte, obtuse; ornée de stries longitudinales nombreuses, peu profondes, inégales, recoupées par des stries de croissance irrégulières. Ouverture très-longue, occupant les 5/6 de la longueur totale de la coquille, arrondie en avant, rétrécie en arrière.

Remarques. — Cette espèce se distingue de toutes les autres, par sa spire très-courte et très-obtuse, et par la grandeur de sa bouche. Elle est assez rare dans la meule.

Fig. 22, vue du côté de la bouche.

Fig. 23, vue par-dessus.

TROCHUS PARVUS, *Sp. n.*

(Planche III, fig. 48, 49.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,008 —	100
—	Largeur de la coquille	0,007 —	88
—	Longueur du dernier tour	0,0045 —	56
—	Angle apicial		58°

Coquille petite, conique, à angle apicial un peu convexe; composée de quatre tours, le dernier un peu caréné; la partie extérieure des tours est ornée de sept petites côtes longitudinales, à peu près égales entre elles, dont la postérieure est granuleuse, ce qui distingue parfaitement la suture, qui, sans cela, serait à peine visible. La base de la coquille est lisse et ne montre que quelques stries de croissance très-fines, presque imperceptibles. Bouche grande, arrondie, légèrement sinueuse à l'endroit de la carène. Ombilic peu développé.

Remarques. — La base de cette espèce, lisse et sans ornements, semble en être le caractère distinctif; c'est du moins ce qui la distingue principalement des espèces du tourtia de Tournai et de Montignies-sur-Roc, décrites par MM. d'Archiac et de Ryckholt. Nous citerons du premier le *Turbo Pintevillei* (p. 341, pl. XXIII, fig. 11) (*Trochus Pintevillei*, d'Orb., Prodrome), dont l'angle apicial est en outre beaucoup plus ouvert (85°); le *Turbo paludineformis* (même planche, fig. 10), dont les tours ne sont pas carénés; et le *Trochus Duperreyi* (même planche, fig. 2), dont l'angle apicial est beaucoup moindre (51°).

Quant aux espèces de M. de Ryckholt (*Mél. Pal.,* 3me part., pl. XXIX, mars 1861), qui se rapprochent le plus de la nôtre, nous citerons les *Trochus heteronema,* fig. 1, 2; *T. hexanemalis,* fig. 5, 6; *T. acinisatus,* fig. 15 et 16; et *T. Devius*, fig. 34 et 35. Mais le texte explicatif de ces planches n'ayant pas encore paru, il nous est plus difficile d'en bien marquer les différences, qui semblent du reste, comme pour les espèces de M. d'Archiac, consister principalement dans les ornements concentriques des bases, et les granulations ornant les côtes extérieures des tours.

Le *Turbo moniliferus,* Sow., du grès vert de Blackdown (*Min. conc.,* pl. CCCXCV, fig. 1, 2), a l'ombilic grand et plissé, ce qui le distingue de l'espèce de Bracquegnies, dont l'ombilic est presque nul.

Fig. 49, vue du côté de la bouche.

Fig. 48, vue par-dessus.

Trochus Geinitzi, *Sp. n.*

(Planche III, fig. 39, 40.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,013 — 100
—	Largeur de la coquille	0,013 — 100
—	Angle apicial	62° à 65°

Coquille conique, aussi large que longue, s'enroulant régulièrement. Tours ornés extérieurement de trois carènes longitudinales, minces, séparées par des sillons arrondis; la partie postérieure des tours un peu concave, rejoignant le tour précédent à la carène antérieure. Base ornée de quelques fines côtes longitudinales; tous ces ornements sont traversés par des lignes de croissance peu sensibles. Ombilic peu profond. Bouche sub-rhomboïdale.

Remarques. — Cette espèce est très-rare à Bracquegnies; nous n'en avons rencontré que quelques fragments plus ou moins complets, que nous avons dû restaurer.

Fig. 40, vue du côté de la bouche.

Fig. 39, vue par-dessus.

Helcion Malaisei, *Sp. n.*

(Planche III, fig. 46, 47.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,008 — 100
—	Largeur de la coquille.	0,007 — 88
—	Hauteur de la coquille.	0,0035 — 44
—	Distance du sommet au bord postérieur	0,005 — 63

Coquille en cône très-déprimé, à base elliptique; la région postérieure convexe; la région antérieure concave. Sommet globuleux. Des côtes assez saillantes, au nombre de vingt-six à trente rayonnent du sommet, et rendent le bord un peu crénelé; d'autres côtes plus petites et moins longues sont intercalées entre les premières. Toutes sont recoupées par des lignes d'accroissement concentriques.

Remarques. — Elle se distingue de l'Helcion (*Acmea*) *subcentralis*, de M. d'Archiac, espèce du tourtia de Tournai, par sa forme beaucoup plus arrondie, et sa hauteur beaucoup moindre; de plus, le côté antérieur de la coquille de M. d'Archiac est convexe, tandis que celui de la nôtre est concave. Toutes ces différences font incontestablement de la coquille de Bracquegnies une espèce distincte. Remarquons cependant que M. d'Archiac

n'a eu à sa disposition que des spécimens défectueux, ce dont sa description et les figures de ses planches pourraient bien se ressentir.

Nous dédions cette espèce à M. Malaise, professeur de géologie à l'Institut agricole de Gembloux.

Fig. 46, vue latéralement.

Fig. 47, vue par-dessus.

DENTALIUM MEDIUM, *Sow.*

(Planche VI, fig. 24, 25.)

Synonymie. — **Dentalium medium**, Sow., 1826; *Min. conch.*, 1, pl. LXXIX, fig. 5, 6.
— — — Sow, 1836; in Fitton, *Trans. geol. soc.*, pl. XVIII, fig. 4.
— — — Geinitz, 1842: *Char.*, p. 74, pl. XVIII, fig. 25, 26.
— — — d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20e étage, p. 156, n° 227.

Dimension. — Longueur de la coquille	0,060 —	100
— Largeur à la bouche	0,005 —	8
— Angle apicial		3°

Coquille conique très-allongée, très-aiguë, un peu arquée, à angle régulier; ornée de côtes longitudinales parfois assez bien marquées, surtout près du sommet, et s'effaçant de plus en plus avant d'atteindre la bouche; d'autres fois, ces côtes sont presque insensibles, et la coquille ne montre plus que des stries de croissance obliques, irrégulières.

Remarques. — Cette espèce a été signalée par Sowerby dans le grès vert de Blackdown, où elle est excessivement rare. Geinitz l'a rencontrée à Luschütz et à Strehlen en Allemagne. L'identification que Reuss a voulu faire de cette espèce avec le *D. decussatum*, Sow., est probablement fautive, cette dernière ayant l'angle apicial beaucoup plus ouvert (5° au lieu de 3°).

Fig. 25, vue latérale de la variété lisse.

Fig. 24, vue latérale de la variété costulée.

CINULIA AVELLANA, Brongniart, *Sp.*

(Planche III, fig. 27, 28, 29.)

Synonymie. — **Cassis avellana**, Brongniart, 1822; *Desc. géol. des environs de Paris*, pl. VI, fig. 10, et pl. N, fig. 10 *a*, *b*, édit. de 1835.
— **Auricula incrassata**, Geinitz, 1843; *Die vers Kieslingwalda und Nachtray*, p. 11, pl. 1, fig. 26.
— **Avellana Cassis**, d'Orb., 1842; *Pal. fr.*, 2, p. 138, pl. CLXIX, fig. 10, 11, 12, 13.
— — d'Archiac, 1847; *Mém. de la soc. géol. de France*, 2e série, 2, p. 351.
— — d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20e étage, p. 149, n° 77.
— **Cinulia avellana**, Woodward, 1851; *Man. of the Moll.*, pl. XIV, fig. 4.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,0195	— 100
—	Largeur, y compris le bourrelet	0,015	— 77
—	Longueur du dernier tour, y compris le bourrelet	0,017	— 90
—	Angle apicial	98°	à 102°

Coquille ovale, ventrue, globuleuse, très-épaisse. Spire très-courte, composée de quatre tours, à angle un peu convexe. Ornée de côtes longitudinales très-bien marquées, au nombre de vingt-sept à trente, entre lesquelles se trouvent des stries d'accroissement transverses très-régulières; la distance des côtes est assez uniforme, quoique un peu plus rapprochées vers le milieu du tour; onze d'entre elles restent à découvert par le retour de la spire. Bouche fort allongée, assez large à la partie antérieure, où elle est un peu sinueuse, aiguë à la partie postérieure; labre crénelé intérieurement; bord columellaire orné de plis au nombre de quatre? les deux premiers très-forts et très-saillants, les deux autres proportionnellement beaucoup moindres, surtout le quatrième. Bourrelet très-large, orné de stries d'accroissement irrégulières.

Remarques. — D'Orbigny donne cinq plis au bord columellaire, tandis que notre figure, comme du reste, celle de l'auteur de la *Paléontologie française,* n'en montre que trois. Nous avons cru, pendant longtemps, qu'il n'y en avait effectivement que trois, et que nous devrions faire de la coquille de Bracquegnies une espèce nouvelle. Mais nous sommes parvenus à dégager un quatrième pli, trop en arrière pour pouvoir être vu, beaucoup plus petit que les autres; un cinquième serait probablement trouvé plus loin encore, si la dureté de la roche encroûtante ne venait empêcher de dégager plus complétement la columelle. Cette disposition des plis indique pourquoi la figure de Woodward, qui est très-exacte, n'en montre également que trois. D'Orbigny, qui dit que sa figure 11 devrait en avoir deux de plus, n'a pas réfléchi que ces derniers ne pouvaient être vus dans l'état où se trouvait le moule qu'il a fait figurer.

Les différences entre cette espèce et le *Cinulia incrassata,* Sow. sp., sont très-faibles; il n'est pas étonnant que les deux coquilles soient souvent confondues. En effet, si cette dernière n'a réellement que trois dents à la columelle, le *Cinulia avellana* n'en montre habituellement que trois. Il ne reste donc que le nombre des côtes extérieures, qui, dans cette dernière, est de 27 à 30, tandis qu'il s'élève de 30 à 36 dans le *Cinulia incrassata.*

Le *Cinulia Prevosti,* d'Arch. sp. du tourtia de Tournai, s'en rapproche aussi beaucoup par sa forme extérieure, mais s'en distingue par le nombre des plis de la columelle.

Cette espèce a été signalée en beaucoup de localités par les auteurs français, entre autres à Rouen, à Cassis, à La Malle. Geinitz l'a rencontrée à Kieslingwalda en Allemagne, et M. d'Archiac à Tournai, dans le tourtia. Elle est assez rare dans la meule de Bracquegnies.

Fig. 27, vue du côté de la bouche.

Fig. 28, vue par-dessus.

Fig. 29, vue grossie des côtes longitudinales et des stries d'accroissement dessinant de petites cavités rectangulaires.

CINULIA DUBIA, *Sp. n.*

(Planche III, fig. 30, 31, 32, 33.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,012 —	100
—	Largeur, y compris le bourrelet	0,010 —	83
—	Longueur du dernier tour, y compris le bourrelet	0,011 —	92
—	Angle apicial		115°

Coquille petite, globuleuse, ventrue, très-épaisse, ornée de vingt-trois côtes longitudinales, très-écartées près de la suture, mais se rapprochant de plus en plus jusqu'au bord antérieur où elles sont très-serrées; entre ces côtes se trouvent des stries d'accroissement transverses fort régulières; cinq côtes restent à découvert par le retour de la spire. Spire très-courte, composée de quatre tours, à angle très-ouvert et un peu convexe. Bouche allongée, très-large, arrondie et un peu sinueuse antérieurement, anguleuse postérieurement; labre légèrement crénelé à l'intérieur; bord columellaire orné de trois plis, les plus forts en avant; bourrelet très-large, marqué de stries d'accroissement irrégulières.

Remarques. — Cette espèce se distingue parfaitement de la précédente, par sa taille, sa forme plus globuleuse, le nombre des plis columellaires et le nombre et la disposition des côtes. D'un autre côté, le *Cinulia* (*auricula*) *incrassata*, Sow. sp., qui n'a également que trois plis, s'en distingue par le nombre de ses côtes (30 à 36), par sa forme plus allongée et par sa spire plus aiguë.

L'auteur du Prodrome donne, au n° 81 de son étage cénomanien, p. 149, l'*Avellana Varusensis*, d'Orb., 1847, dont il fait la description suivante : « Espèce plus courte, plus ronde que l'*Avellana cassis*, à spire plus cachée; La Malle, Var. » C'est peut-être notre espèce; mais cette courte description ne suffit pas pour être plus affirmatif à cet égard.

Cette espèce est très-commune à Bracquegnies.

Fig. 30, vue du côté de la bouche.

Fig. 31, vue par-dessus.

Fig. 32, partie grossie des ornements à la partie postérieure du tour.

Fig. 33, partie grossie des ornements à la partie antérieure du tour.

ACTEONELLA CONICA, *Sp. n.*

(Planche III, fig. 13, 14.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,020 —	100
—	Largeur de la coquille	0,008 —	40
—	Longueur de la bouche	0,017 —	85
—	Angle apicial		98°
—	Angle anterieur	environ.	20°

Coquille petite, inversement conique, à spire courte, un peu convexe. Bouche très-longue, très-étroite, un peu élargie antérieurement; trois plis saillants, aigus, contigus, à la partie antérieure de la columelle. La surface est lisse sur la plupart des échantillons; mais, sur les mieux conservés, elle montre des stries longitudinales recoupées par des stries d'accroissement.

Remarques. — On connaît quelques espèces de cette forme dans les étages supérieurs au cénomanien; mais les caractères de l'espèce de Bracquegnies sont tellement tranchés qu'il est inutile d'en signaler les différences. Elle est fort abondante dans la meule.

Fig. 13, vue de la coquille du côté de la bouche.

Fig. 14, vue par-dessus.

ACTEONELLA SUBLÆVIS, *Sp. n.*

(Planche III, fig. 15, 16.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,0225 —	100
—	Largeur au milieu	0,011 —	45

Coquille petite, allongée, à spire entièrement cachée, renflée au milieu; plus obtuse à la partie antérieure qu'à la partie postérieure qui est presque pointue; ornée de fines stries d'accroissement. Bouche très-étroite, un peu élargie antérieurement, occupant toute la longueur de la coquille; trois plis saillants, aigus, contigus, à la partie antérieure de la columelle, les deux postérieurs plus gros que le troisième.

Remarques. — Cette espèce se rapproche beaucoup de l'*Acteonella lævis*, d'Orb., de l'étage turonien, mais elle s'en distingue par son test beaucoup plus mince, et par sa forme plus allongée et plus aiguë à son extrémité postérieure. Elle est assez rare à Bracquegnies.

Fig. 15, vue du côté de la bouche.

Fig. 16, vue par-dessus.

ACTEON AFFINIS, *Sow. sp.*

(Planche III, fig 17, 18, 19.)

Synonymie. — **Tornatella affinis**, Sow., 1836; in Fitton, *Trans. geol. soc.*, 4, pl. XVIII, fig. 9.
— **Actéon affinis**, d'Orb., 1847; Prodrome, 20e étage, p. 149, n° 75.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,0125 —	100
—	Largeur de la coquille	0,0075 —	60
—	Longueur du dernier tour	0,0085 —	68
—	Angle apicial		62°

Coquille oblongue, à spire assez allongée, à tours arrondis, limités par des sutures bien marquées, assez profondes. Tours ornés de sillons longitudinaux d'égale largeur, séparant des bandes lisses de largeurs très-inégales. Ces sillons sont traversés par des côtes très-fines dessinant comme des fossettes allongées qui indiquent les lignes de croissance. Bord columellaire orné de trois plis simples, assez éloignés l'un de l'autre, les deux antérieurs plus forts, le postérieur moins prononcé.

Remarques. — La seule différence que l'on remarque entre notre coquille et celle de Sowerby se trouve au bord columellaire, quant à la forme et au nombre des plis. Nous sommes portés à croire que si l'auteur anglais n'en indique que deux, c'est que le postérieur se trouvait caché par l'encroûtement dans la coquille qu'il a dessinée; il est, en effet, très en arrière des deux autres. De plus, Sowerby indique comme bifide, l'un des deux plis qu'il a pu voir, ce que nous n'avons pas constaté pour la coquille de Bracquegnies, dont les plis sont simples. Ces différences ne nous paraissent ni suffisantes, ni assez certaines pour créer une nouvelle espèce. Elle est assez abondante dans la meule.

Fig. 17, vue du côté de la bouche.

Fig. 18, vue par-dessus.

Fig. 19, vue grossie des ornements près de la suture.

TORNATINA OVATA, *Sp. n.*

(Planche III, fig. 9, 10.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,0215 —	100
—	Largeur de la coquille	0,0105 —	49
—	Longueur de l'ouverture	0,0180 —	84

Coquille mince, ovale, à spire un peu obtuse, ornée de stries d'accroissement très-fines. Bouche étroite et sinueuse à la partie postérieure, s'évasant et s'arrondissant très-fort antérieurement, occupant plus des trois quarts de la longueur de la coquille. Suture canaliculée. Un petit pli très-oblique à la partie antérieure de la columelle.

Remarques. — Cette espèce est assez commune à Bracquegnies, mais souvent à l'état de moule.

Fig. 9, vue du côté de la bouche.

Fig. 10, vue par-dessus.

BULLA RYCKHOLTII, *Sp. n.*

(Planche III, fig. 11, 12.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,0175 —	100
—	Largeur de la coquille	0,011 —	63

Coquille très-mince, globuleuse, à spire cachée et rentrante; ornée de stries d'accroissement presque imperceptibles. Bouche très-grande, occupant toute la longueur de la coquille, rétrécie à la partie postérieure, et s'élargissant très-fort antérieurement.

Remarques. — Cette espèce est très-rare dans la meule. Nous n'en avons trouvé qu'un seul spécimen. Nous la dédions à M. de Ryckholt.

Fig. 11, vue du côté de la bouche.

Fig. 12, vue par-dessus.

II. — LAMELLIBRANCHES.

OSTREA HALIOTIDEA, *Sow. sp.*

(Planche IV, fig. 5, 6, 8.)

Synonymie. — **Chama haliotidea**, Sow., 1813; *Min. conch.*, p. 68, pl. XXV, fig. 1 à 5.
— **Exogyra haliotidea, auricularis, planospiritis**, Goldf., 1834; *Petref. germ.*, 2, p. 38 et 39, pl. LXXXVIII, fig. 1, 2, 3.
— — **auricularis, haliotidea**, Geinitz, 1839; *Charack.*, p. 20.
— — **haliotidea**, Reuss., 1846; *Dei Verst. der Böhm.*, pl. XXVII, fig. 5, 9, 10, et pl. XXXI, fig. 8, 9, 10.
— **Ostrea haliotidea**, d'Orb., 1847; PAL. FR., *Terrains crétacés*, p. 724, pl. CCCCLXXVIII, fig. 1 à 4.
— — — d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20e étage, p. 171, n° 522.

Coquille ovale, arquée, à crochet contourné latéralement en spirale; séparée en deux parties par une carène obtuse; ornée de côtes obliques, irrégulières, arrondies, surtout au côté buccal, et marquée irrégulièrement de stries d'accroissement concentriques; presque toujours fixée par le crochet, qui est alors plus ou moins tronqué.

Remarques. — Le crochet est rarement tout à fait libre; le plus souvent, la troncature est plus ou moins étendue, et va quelquefois jusqu'à occuper la surface presque entière de la coquille.

Cette espèce est assez commune à Bracquegnies, et y est toujours d'une taille plus petite que celle que lui accordent généralement les auteurs.

Fig. 8, vue de la grande valve, par-dessous.

Fig. 6, vue latérale du côté du crochet.

Fig. 5, vue du côté buccal.

OSTREA CONICA, *Sow. sp.*

(Planche IV, fig. 3, 4.)

Synonymie. — **Chama conica, plicata**, Sow., 1813; *Min. conch.*, p. 68, pl. XXVI, fig. 2, 3, 4.
— **Exogyra conica**, Sow., 1829; *Min. conch.*, 6, p. 217, pl. DCV, fig. 1-3.
— — — Gold., 1834; *Petr. Germ.*, p. 36, pl. LXXXVII, fig. 1.
— **Ostrea conica**, d'Orb., 1847; *Pal. fr.*, p. 726, pl. CCCCLXXVIII, fig. 5-8, et pl. CCCCLXXIX, fig. 1-3.
— — — d'Orb., 1847; Prodrome, 20e étage, p. 171, n° 524.

Coquille petite, irrégulière, ovale, arquée, profonde, à crochet recourbé sur le côté, mais rarement contourné en spirale; ornée de stries d'accroissement concentriques fort irrégulières, souvent peu apparentes; le point d'attache est au crochet, et toujours de peu d'étendue.

Remarques. — Cette espèce se distingue de la précédente, par son crochet rarement contourné en spirale, par l'absence de côtes rayonnantes, et par le peu d'étendue du point d'attache. Nous avons aussi remarqué que ces points d'attache sont très-différents dans ces deux espèces : ainsi, tandis qu'ils sont lisses dans l'*O. haliotidea*, ils offrent toujours une surface rugueuse et peu régulière dans l'*O. conica;* cette circonstance semble indiquer une différence dans les habitudes de ces mollusques, dont le premier se fixait de préférence sur des corps plus ou moins unis, tel que le test d'autres coquilles, tandis que le second préférait s'attacher au rocher.

Il règne quelque peu de confusion quant aux caractères spécifiques de ces deux espèces : les déterminations précédentes sont, par conséquent, un peu douteuses, ainsi que les synonymies que nous avons mises en tête des descriptions.

Fig. 3, vue de la valve inférieure par-dessous.

Fig. 4, vue latérale du côté du crochet.

OSTREA COLUMBA, *Lamk. sp.*

(Planche IV, fig. 13, 14, 15.)

Synonymie. — **Gryphea columba, plicata, silicea**, Lamarck, 1819; *Animaux sans vertèbres*, 6, p. 198, nos 2, 11, 12.
— **Gryphea columba**, Sow., 1822; *Min. conch.*, 4, p. 113, pl. CCCLXXXIII, fig. 1, 2, 3, 4.
— **Ostrea columba**, Deshayes, 1830; *Encyc. meth.*, 2, p. 302, n° 42.
— **Exogyra columba**, Goldf., 1834; *Petr. Germ.*, 2, p. 34, pl. LXXXVI, fig. 9.
— — — d'Archiac, 1837; *Mém. de la soc. geol. de Fr.*, 2, p. 185.
— — — Geinitz, 1841; *Charack.*, p. 20.
— **Ostrea columba**, d'Orb, 1847; PAL. FR., *Terrains crétacés*, p. 721, pl. CCCCLXXVII.
— — — d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20e étage, p. 171, n° 520.

Coquille assez régulière, arrondie, très-dilatée, très-profonde; à crochet contourné latéralement en spirale vers la région anale, proportionnellement très-petit quand la coquille a acquis toute sa croissance, libre ou tronqué par le point d'attache; ornée de stries de croissance concentriques, ondulées, souvent à peine visibles. Un sillon rayonnant bien prononcé se remarque à la région anale des individus qui ont atteint l'âge adulte.

Remarques. — D'Orbigny donne un très-mauvais caractère de cette espèce, quand il dit que le crochet reste toujours libre; au contraire, le crochet est assez souvent tronqué par le point d'attache, et cet auteur lui-même en

donne deux exemples dans les fig. 4 et 5 de la pl. CCCCLXXVII de la *Paléontologie française*.

L'individu que nous avons dessiné était assez peu avancé en âge; il provient du sondage n° 5; son point d'attache est au crochet, qui se trouve, par conséquent, incomplet. Depuis lors, un puits domestique, creusé dans la commune de Bracquegnies, nous a procuré d'autres spécimens plus âgés, plus grands, à crochets libres, montrant le sillon anal, et conservant, en un mot, les caractères qui font de cette espèce une des plus faciles à distinguer.

Cette espèce est une des plus répandues dans les terrains crétacés supérieurs; on l'a rencontrée en beaucoup de localités, en France, en Angleterre, en Allemagne, en Espagne, etc. Dans notre pays et dans le nord de la France, elle semble caractériser principalement le tourtia de Mons et de Valenciennes. Nous l'avons rencontrée fort abondamment dans ce dépôt, à Anderlues et dans les environs de Maubeuge. Mais elle se montre beaucoup plus haut dans l'étage, puisque M. Ch. Le Hardy de Beaulieu (*Guide min. et pal. dans le Hainaut et l'Entre-Sambre-et-Meuse,* p. 87) en a signalé un très-bel échantillon provenant de la craie grise de Maisières, près de Mons, assise immédiatement inférieure à la craie blanche, où elle se trouvait mélangée à des espèces sénoniennes.

Fig. 14, vue de la valve inférieure par-dessus.

Fig. 15, vue de la valve inférieure par-dessous.

Fig. 13, vue de la valve inférieure du côté du crochet.

Ostrea digitata, *Sow. sp.*

(Planche IV, fig. 1, 2.)

Synonymie. — **Chama digitata**, Sow., *Min. conch.*, pl. CLXXIV, fig. 1, 2.
— — **laciniata**, Nilson, 1827, pl. VIII, fig. 2.
— **Exogyra laciniata**, Goldf., pl. LXXXVI, fig. 12.

Coquille assez grande, ovale, convexe, dilatée, de forme assez régulière, à crochet très-fort, tronqué par le point d'attache, contourné sur le côté; ornée de six à huit côtes rayonnantes assez fortes, séparées par de larges régions planes; le tout traversé par des stries d'accroissement concentriques.

Remarques. — Il nous est impossible de ne pas reconnaître cette espèce

dans la figure de Goldfuss (pl. LXXXVI,. fig. 12), et si nous remarquons que cet auteur, dans la description qu'il en donne, dit que les grosses côtes peuvent s'étendre en épines creuses, il nous est tout aussi impossible de ne pas la rapporter à l'*Exogyra digitata,* Sow. Ce serait donc à tort que d'Orbigny aurait identifié l'espèce de Goldfuss avec une espèce sénonienne (PAL. FRANÇ., *Terr. crét.*, p. 739, pl. CCCCLXXXVI, fig. 1-3).

Les digitations spineuses paraîtraient donc ne se produire que chez les individus déjà fort avancés en âge, et ce serait leur dernier degré de croissance. Les spécimens rencontrés à Bracquegnies n'offrent pas cette particularité, de même que ceux figurant aux planches de Goldfuss.

Cette espèce a été trouvée en Angleterre dans le grès vert de Long-Comb-Girths, près de Sidmouth; et, en Allemagne, dans le sable vert d'Aix-la-Chapelle et de Coesfeld. Elle est assez rare à Bracquegnies, où nous n'en avons recueilli que deux spécimens, dont l'un, celui que nous avons dessiné, parfaitement conservé.

Fig. 1, vue par-dessous de la grande valve.

Fig. 2, vue du côté du crochet.

JANIRA QUADRICOSTATA, *Sow. sp.*

(Planche IV, fig. 21, 22.)

Synonymie. — **Pecten quadricostatus,** Sow., 1814; *Min. conch.*, 1, p. 121, pl. LVI, fig. 1 et 2.
— — — Goldf., 1836; *Petr. Germ.*, pl. XCII, fig. 7.
— — — Geinitz, 1839; *Char.*, p. 22.
— — — Geinitz, 1843; *Die Verst. von Keisl.*, p. 16, pl. III, fig. 14, 15.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,028 —	87
—	Largeur de la coquille	0,032 —	100
—	Épaisseur de la coquille.	0,015 —	41
—	Angle apicial	environ.	75°

Coquille ovale, transverse, renflée, ornée de six grosses côtes rayonnantes, dont quelques-unes doublées d'une plus petite, limitant cinq surfaces très-peu concaves sur chacune desquelles s'élèvent trois côtes également rayonnantes, plus petites, inégales, séparées par de profonds et larges sillons; le tout recouvert de stries d'accroissement concentriques, quelquefois peu visibles; oreilles très-grandes, en ligne droite, marquées de légers plis rayonnants et de stries d'accroissement plus accusées que sur le restant de la coquille.

Remarques. — Deux espèces ont été données sous ce nom, d'abord par

Sowerby, en 1834, ensuite par d'Orbigny, en 1846 (Pal. fr., *Terr. crét.*, p. 644, pl. CCCCXLVII, fig. 1-7). Ces deux espèces sont bien différentes : la dernière, que l'on rencontre assez abondamment dans les terrains crétacés supérieurs à la meule, dans le Hainaut, depuis les marnes d'Autreppe jusqu'au maestrichtien de Ciply, ne peut être confondue avec l'espèce de Bracquegnies. Celle-ci a des oreillettes énormes, tandis que celle de Ciply les a fort petites. Sowerby donne à notre espèce une oreillette postérieure très-grande, l'autre ayant été brisée sur le spécimen qu'il avait à sa disposition. Geinitz, de son côté, représente cette espèce assez fidèlement, mais avec l'oreillette antérieure seulement, l'autre n'étant qu'indiquée. Ce dernier auteur semble, du reste, avoir aussi confondu les deux espèces, puisqu'il les fait se rencontrer dans deux étages fort éloignés l'un de l'autre; l'*Unterer quadersanstein* et l'*Oberer quadersanstein*. L'espèce du terrain crétacé supérieur devra donc changer de nom, et celle de Bracquegnies, qui est bien celle décrite par Sowerby, devra conserver celui qui lui a été donné par cet auteur.

Une autre espèce, décrite par d'Orbigny, le *S. dilatata* (Pal. fr., *Terr. crét.*, p. 638, pl. CCCCXLV, fig. 5, 8) se rapproche un peu de celle-ci par la forme et les dimensions des oreillettes, mais s'en distingue aisément par sa valve inférieure moins renflée.

Cette espèce est assez commune à Bracquegnies, mais s'y trouve toujours incomplète.

Fig. 21, vue de la valve inférieure, par-dessus.

Fig. 22, vue latérale.

Janira æquicostata, *Lamk. sp.*

(Planche IV, fig. 25, 26.)

Synonymie. — **Pecten æquicostatus**, Lamarck, 1819; *An. sans vert.*, VI, p. 181, n° 15.
— — — Goldf, 1836; *Petr. Germ.*, p. 54, pl XCII, fig. 6.
— — — Geinitz, 1839; *Charack.*, p 21.
— — — Reuss, 1846; *Die Verst.*, II, p. 32, pl. XXXIX, fig. 22.
— **Janira æquicostata**, d'Orb, 1846, Pal. fr., *Terrains crétacés*, p. 637, pl. CCCCXLV, fig. 1-4.
— — — d'Orb, 1847; Prodrome, 20e étage, p. 170, n° 500.

Dimension. — Longueur de la coquille . . . . 0,015 — 93
— Largeur de la coquille . . . . 0,014 — 100
— Épaisseur . . . . 0,006 — 43

Coquille très-convexe, ovale, transverse, aiguë au crochet; un peu polygonale au bord palléal, à arêtes cardinales un peu infléchies; ornée de côtes rayonnantes au nombre de trente à trente-trois, presque égales entre elles, arrondies, séparées par des sillons aussi à peu près égaux; oreilles petites, inégales, lisses.

Remarques. — Cette espèce nous a fourni à Bracquegnies d'assez nombreux individus, mais toujours de très-petite taille. Nous n'avons pu distinguer les sillons plus larges qui, d'après d'Orbigny, séparent les côtes de cinq en cinq, probablement à cause du jeune âge des individus observés.

Fig. 26, vue de la grande valve, par-dessous, grandeur naturelle.

Fig. 25, vue de la grande valve, sur le côté.

JANIRA COMETA, *d'Orb.*

(Planche IV, fig. 23. 24.)

Synonymie. — **Janira cometa**, d'Orb., 1846; PAL. FR., *Terrains crétacés*, p. 640, pl. CCCCXLV, fig. 15-19.
— — d'Orb., 1847; Prodrome, 20e étage, p. 170, n° 504.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,014 —	70
—	Largeur de la coquille	0,020 —	100
—	Épaisseur de la coquille	0,008 —	40

Coquille sub-trigone, étroite, très-transverse; valve inférieure très-convexe, arquée, ornée de cinq grosses côtes rayonnantes, arrondies, séparées par des sillons très-larges et très-profonds, dessinant au bord palléal une dentelure très-prononcée. Ces sillons sont ornés de petites côtes rayonnantes et granuleuses, recoupées par des lignes d'accroissement moins marquées. Oreilles très-inégales, la buccale beaucoup plus longue et plus aiguë que l'autre.

Remarques. — Elle a été signalée en France, par M. A. d'Orbigny, dans la craie chloritée de Villers (Calvados) et au Havre (Seine-Inférieure). Elle est très-rare à Bracquegnies.

Fig. 23, vue de la grande valve, par-dessous.

Fig. 24, vue sur le côté.

LIMA SUBCARINATA, *Sp. n.*

(Planche IV. fig. 18, 19, 20.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,008 —	76
—	Largeur de la coquille	0,0105 —	100
—	Épaisseur de la coquille	0,0065 —	62



Coquille ovale, transverse, assez renflée; ornée de trente-cinq à quarante côtes rayonnantes, aiguës, très-fortes à la région palléale, mais diminuant progressivement et finissant par disparaître en approchant des arêtes cardinales. Ces côtes sont séparées par des sillons arrondis au milieu desquels se montrent d'autres côtes plus petites; quelques stries d'accroissement traversent ces ornements; ailes presque égales; côté antérieur plus arrondi que l'autre.

Remarques. — Cette espèce se distingue du *L. carinata*, Goldf. (*Petr. germ.*, pl. CIV, fig. 2), espèce cénomanienne, d'après d'Orbigny, par le nombre des grosses côtes, à peu près double dans la coquille de Bracquegnies; de plus, les petites côtes intermédiaires y sont proportionnellement beaucoup moindres. Elle se distingue encore du *L. canalifera*, Goldf. (pl. CIV, fig. 1) par l'égalité des ailes, et par la petite côte dans le creux des sillons; et du *L. cottaldina*, d'Orb. (Pal. fr., *Terr. crét.*, p. 537, pl. CCCCXVI, fig. 1-5) par le nombre de ses côtes et sa forme moins oblique.

Cette espèce est très-rare à Bracquegnies.

Fig. 18, vue de côté.

Fig. 19, vue sur la région buccale.

Fig. 20, partie grossie des ornements à la région palléale.

Lima archiacana, *Sp. n.*

(Planche IV, fig. 16, 17.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,007	—	54
—	Largeur de la coquille	0,013	—	100
—	Épaisseur de la coquille	0,0065	—	50

Coquille ovale, presque équilatérale, très-transverse, presque deux fois aussi large que longue; ornée de côtes rayonnantes assez nombreuses sur la région palléale, lisse aux deux côtés; des stries d'accroissement bien marquées se montrent sur toute la surface de la coquille; ailettes très-petites, à peu près égales.

Remarques. — Cette coquille est très-rare à Bracquegnies; nous n'en possédons qu'un seul spécimen assez bien conservé. Elle se distingue de la précédente par sa largeur beaucoup plus grande, et par sa forme plus équilatérale. Ces deux caractères suffisent également pour la distinguer des autres Limes que nous connaissons.

Fig. 16, vue de côté.

Fig. 17, vue du côté buccal.

Avicula anomala, *Sow.*

(Planche IV, fig. 7.)

Synonymie. — **Avicula anomala**, Sow., 1836; in Fitton, *Trans. geol. soc.*, 4, p. 342, pl. XVII, fig. 18.
— — — d'Orb., 1845; Pal. fr., *Terrains crétacés*, p. 478, pl. CCCXCII.
— — — d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20e étage, p. 167, no 458.

Coquille très-oblique, épaisse, subtrapézoïdale, anguleuse; la partie médiane plane, limitée par deux fortes carènes obtuses, ornée de petites côtes étroites, rayonnantes; sur les autres parties de la coquille, ces côtes sont beaucoup moins prononcées; toute la surface recouverte de stries d'accroissement.

Remarques. — La figure de Sowerby est parfaite, et ressemble, trait pour trait, aux spécimens de la meule; celle de d'Orbigny nous semble assez différente, d'abord par sa forme générale, ensuite par les aspérités dont il orne les côtes rayonnantes, et que nous n'avons nullement constatées. D'un autre côté, cet auteur indique, au no 460 du Prodrome, même étage, l'*A. Eolis,* d'Orb., 1847, dont il donne la description suivante : « C'est une espèce » voisine de l'*A. anomala*, mais plus allongée, et à côtes moins granuleuses, » presque simples. » Cette description se rapporte beaucoup mieux à l'espèce de Sowerby.

La meule de Bracquegnies nous a offert d'assez nombreux fragments de cette espèce. La fig. 7 représente le plus complet que nous ayons pu recueillir.

Mytilus lanceolatus, *Sow.*

(Planche IV, fig. 11, 12.)

Synonymie. — **Mytilus lanceolatus, edentulus**, Sow., 1823; *Min. conch.*, 5, p. 55, pl. CCCCXXXIX, fig. 2, 1.
— — **tridens, prælongus**, Sow. in Fitton; 1836. *Trans. geol. soc.*, 4, p. 342, pl. XVII, fig. 14, 15.
— — **lanceolatus**, d'Orb., 1844; Pal. fr., *Terr. crét.*, p. 270, pl. CCCXXXVIII, fig. 5, 6.
— — **lanceolatus, edentulus**, Reuss., 1846; *Die Verst.*, 11, p. 15, pl. XXXVII, fig. 5.
— — **lanceolatus**, d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20e étage, p. 166, no 419.

Coquille cunéiforme, arquée, assez épaisse, arrondie au côté anal et à la région palléale, creuse au côté buccal; une carène assez forte part du crochet et rejoint en courbe la région palléale, en divisant la coquille en deux surfaces qui se joignent presque à angle droit; crochets acuminés, pas tout à fait terminaux; des lignes de croissance très-légères ornent toute la surface de cette coquille.



Remarques. — M. d'Orbigny, dans son Prodrome, identifie les quatre espèces de Sowerby, qui, d'après l'auteur anglais, paraissent assez différentes. L'espèce de Bracquegnies ressemble beaucoup, quant à la forme, au *M. tridens*, dont elle a à peu près les proportions, mais elle a le crochet non terminal comme le *M. prælongus*.

Elle a été rencontrée en Angleterre, dans le grès vert de Blackdown, et à l'île de Wight; en France, dans le département de l'Yonne; à Cluse en Savoie et, en Bohême, dans le calcaire à hippurites de Koriczon. Elle n'est pas très-rare à Bracquegnies, mais n'y est pas toujours bien conservée.

Fig. 11, vue latérale.

Fig. 12, vue du côté des crochets.

MYTILUS REVERSUS, *Sow. sp.*

(Planche IV, fig. 9, 10.)

Synonymie. — **Modiola reversa**, Sow., in Fitton, 1836; *Trans. geol. soc.*, 4, p. 342, pl. XVII, fig. 15
— — — Geinitz, 1843; *Die Verst. Kiesl.*, p. 15, pl. III, fig. 11.
— **Mytilus reversus**, d'Orbigny, 1844; PAL. FR., *Terrains crétacés*, p. 264, pl. CCCXXXVII, fig. 1, 2.
— — — Reuss., 1846; *Die Verst. der Böhm.*, II, p. 15, pl. XXXIII, fig. 9.
— — — d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20e étage, p. 165, no 408.

Dimension —	Longueur de la coquille	0,0365	—	100
—	Largeur de la coquille	0,016	—	40
—	Épaisseur de la coquille	0,017	—	47

Coquille ovale, allongée transversalement, renflée; crochets non terminaux, dépassés de beaucoup par le côté antérieur; côté postérieur tronqué obliquement; région palléale un peu concave; ornée partout de côtes d'accroissement concentriques assez régulières.

Remarques. — Les figures données par d'Orbigny sont un peu tourmentées et paraissent peu exactes; elles ne ressemblent que de loin à la figure de Sowerby; celle-ci, de son côté, est incomplète; le côté antérieur manque en partie. Quant aux stries rayonnantes qui, d'après d'Orbigny, ornent une certaine partie de la région palléale, nous ne les avons pas constatées sur les spécimens que nous avons pu examiner. Il en est de même

du renversement des côtes à la partie médiane de la coquille, particularité qui a fait donner à cette espèce, par Sowerby, le nom qu'elle porte.

Elle ressemble très-fort à une espèce vivante, le ***M. albicostatus,*** Lamk sp.

Elle a été rencontrée en Angleterre, à Blackdown; en Allemagne, à Pasterberge, à Kieslingwalda et à Laun; en France, au Mans, dans la Sarthe. Elle n'est pas très-commune à Bracquegnies.

Fig. 10, vue latérale de la coquille.

Fig. 9, vue du côté des crochets.

ARCA SUBFORMOSA, *Sow. sp.*

(Planche V, fig. 11, 12.)

Synonymie. — **Cucullea formosa**, Sow., 1836; in Fitton, *Trans geol. soc.*, p 342, pl. XVII, fig. 7.
— **Arca subformosa**, d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20e étage, p. 164, n° 389.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,014	— 100
—	Largeur de la coquille.	0,007	— 50
—	Épaisseur de la coquille	0,0065	— 46
—	Longueur de l'arca ligamentale.	0,005	— 36

Coquille cunéiforme, arquée, arrondie au côté buccal, très-aiguë au côté anal; une carène très-aiguë part du crochet et rejoint l'extrémité anale, en divisant la surface de la coquille en deux parties inégales et différemment ornées; la surface anale est couverte de stries rayonnantes très-régulières; la surface palléale est ornée de stries d'accroissement concentriques assez fortes, recoupées à la région buccale de quelques côtes rayonnantes assez saillantes; crochets peu proéminents, non contigus.

Remarques. — Sowerby donne à cette espèce des stries plus profondes qu'au *Cucullea fibrosa;* nous n'avons reconnu ce caractère qu'à la région buccale et sur la surface anale; sur le restant de la coquille, les stries rayonnantes existent, mais sont à peine visibles. Elle n'a été rencontrée, jusqu'à présent, que dans le grès vert de Blackdown. Elle est assez rare à Bracquegnies.

Fig. 11, vue latérale de la coquille, grandeur naturelle.

Fig. 12, vue sur les crochets.

ARCA GLABRA, *Park. sp.*

(Planche V, fig. 1 à 6.)

Synonymie. — **Cucullæa glabra**, Parkinson, *Org. rem.*, 171.
— **fibrosa**, Sow., 1818; *Min. conch.*, 2, p. 9, pl. CCVII, fig. 2.
— — **glabra**, Sow., *Min. conch.*, pl. LXVII.
— — — Goldf., 1836; *Petr. Germ.*, 2, p. 149, pl. CXXIV, fig. 1 *a, b, c, d.*
— — — Geinitz; 1840, *Char.*, p. 49. 1843; *Kiesl.*, pl. III, fig. 4, 5, 7.
— **Arca fibrosa**, d'Orb., 1844; PAL. FR., *Terrains crétacés*, p. 212, pl. CCCXII.
— — **glabra**, Reuss., 1846; *Die Verst. der Böhm.*, 2, p. 13, pl. XXXIV, fig. 44, et pl. XXXV, fig. 1, 2.
— — **fibrosa**, d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 19e étage, p. 138, nº 260.

Dimension. —	Individu jeune.	Longueur de la coquille	0,040	—	100
—	—	Largeur de la coquille.	0,033	—	82
—	—	Épaisseur de la coquille	0,030	—	75
—	—	Longueur de l'arca ligamentaire	0,030	—	75
—	Individu adulte.	Longueur de la coquille	0,061	—	100
—	—	Largeur de la coquille.	0,049	—	80
—	—	Épaisseur de la coquille	0,054	—	89
—	—	Longueur de l'arca ligamentaire	0,039	—	64

Coquille de formes très-variables suivant l'âge de l'individu, très-épaisse, trapézoïdale, plus ou moins inéquilatérale, très-renflée dans l'âge adulte, à crochets très-forts, assez écartés, situés presque au milieu de l'area du ligament; côté buccal arrondi, anguleux sur l'area; côté anal tronqué plus ou moins obliquement, concave chez les vieux individus; surface ornée de rides d'accroissement concentriques très-prononcées et fort irrégulières, recoupées de stries rayonnantes, surtout dans le jeune âge; area du ligament plus ou moins large, assez longue, dont les extrémités s'arrondissent avec l'âge, surtout l'extrémité anale; marquée de lignes chevronnées plus ou moins nombreuses; une carène très-forte et très-obtuse part du crochet et rejoint en courbe tordue l'extrémité anale, limitant du côté de l'arête une surface plus ou moins concave, au milieu de laquelle on remarque, chez les jeunes individus, une seconde carène beaucoup plus faible, correspondant, à l'intérieur de la coquille, à une côte assez forte; charnière formée, au côté anal, de quatre ou cinq longues dents, et de quatre au côté buccal, parallèles à l'area, et, au milieu, de petites dents transverses.

Remarques. — Cette espèce est très-répandue dans les étages crétacés moyens de France, d'Angleterre et d'Allemagne; mais, étant excessivement variable de formes, elle a été décrite sous différents noms par les auteurs cités à la synonymie, et par d'autres encore qui n'y sont pas renseignés. Dans le jeune âge, elle est à peu près équilatérale et peu renflée; l'area du ligament est très-allongée, pointue aux extrémités, et la troncature anale

est droite. A un certain âge, l'area ne s'allonge plus, mais la coquille s'épaissit considérablement et continue à s'allonger, surtout au côté anal; les stries rayonnantes disparaissent plus ou moins complétement. Nous avons pu suivre tous ces changements successifs sur un assez grand nombre d'individus que nous avons recueillis dans la meule, et nous sommes persuadés que certaines espèces, décrites comme distinctes par les auteurs, entre autres par d'Orbigny, dont la répugnance à faire passer une espèce d'un étage à l'autre est bien connue, ne sont que des formes différentes de l'*Arca glabra*. Nous partageons à cet égard l'opinion de Reuss (*Die Verst. der Böhm*, p. 13, 2), qui identifie à cette espèce l'*A. Ligeriensis* d'Orb. et l'*A. Matheroniana* d'Orb. D'autres espèces devront probablement encore suivre la même voie; mais, pour décider sainement la question, il conviendrait de pouvoir comparer les individus mêmes, et ne pas s'en rapporter seulement aux figures et aux descriptions.

Fig. 1 et 2, valve droite d'un individu adulte, avec sa charnière.

Fig. 3, vue sur les crochets.

Fig. 4 et 5, valve droite d'un individu jeune, avec sa charnière.

Fig. 6, vue sur les crochets.

Arca carinata, *Sow.*

(Planche V, fig. 15, 16.)

Synonymie. — **Arca carinata**, Sow., 1813; *Min. conch.*, 1, p. 95, pl. XLIV, fig. 2, 3.
— (Non **cucullea carinata**, Sow., *Min. conch.*, pl. CCVII, fig. 1.)
— **Cucullea costellata**, Sow., 1824, *Min. conch.*, 5, p. 67, pl. CCCCXLVII, fig. 3, 4.
— — **striatella**, Michelin, *Mém. de la soc. géol. de France*, III, p. 102, pl. XII, fig. 11.
— **Arca carinata**, d'Orb., 1844; Pal. fr, *Terrains crétacés*, p. 214, pl. CCCXIII, fig. 1, 2, 3.
— — **costellata**, Reuss., 1846; *Die Verst. der Böhm.*, II, p. 11.
— — **carinata**, d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20e étage, p. 164, n° 372.
— — — d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 19e étage, p. 138, n° 258.

Dimension —	Longueur de la coquille	0,015 —	100
—	Largeur de la coquille	0,010 —	66
—	Épaisseur de la coquille	0,008 —	53
—	Longueur de l'area du ligament	0,011 —	73

Coquille trapézoïdale, le côté anal un peu plus large que l'autre, inéquilatérale, à crochets saillants, tronquée obliquement au côté postérieur sous un angle de 102° environ, droite à la région palléale, arrondie au côté buccal où le bord rejoint l'area sous un angle un peu obtus; une très-forte carène part du crochet et rejoint l'extrémité anale; des stries rayonnantes nombreuses ornent toute la surface à la région palléale; des côtes assez

nombreuses, également rayonnantes, recouvrent la surface anale, un peu plus prononcées au voisinage de l'area; quelques côtes, beaucoup plus grosses, ornent la région buccale, où elles alternent avec d'autres plus petites; quelques lignes concentriques recoupent tous ces ornements.

Remarques. — Les différences très-légères que présente notre coquille avec les figures de Sowerby et de d'Orbigny sont : une plus grande largeur de la région anale, et le côté buccal moins anguleux; encore cette dernière différence ne se remarque-t-elle pas à la fig. 2, pl. XLIV, ni à la fig. 4, pl. CCCCXLVII de l'auteur anglais. Elle est très-abondante dans les étages albien et cénomanien de France, et dans le grès vert de Blackdown, en Angleterre. Elle est très-rare dans la meule de Bracquegnies.

Fig. 15, vue latérale.

Fig. 16, vue sur les crochets.

ARCA ÆQUILATERALIS, *Sp. n.*

(Planche V, fig. 7, 8, 9, 10.)

Dimension. —	Longueur de la coquille.	0,027 —	100
—	Largeur de la coquille	0,021 —	78
—	Épaisseur de la coquille	0,020 —	74
—	Longueur de l'area du ligament	0,019 —	70

Coquille sub-rectangulaire, sub-équilatérale, renflée, arrondie au côté buccal, tronquée au côté anal; ornée sur toute sa surface de stries concentriques fines et parfaitement régulières dans les individus bien conservés, disposées en ondulations irrégulières; recoupées par d'autres stries rayonnantes visibles seulement chez les individus dont le test est plus ou moins altéré; le côté buccal est un peu plus long que l'autre; deux carènes bien accusées partent du crochet et rejoignent le côté anal : la carène extérieure limite la troncature et une surface anale que la seconde carène partage en deux parties un peu inégales, creuses, la plus grande du côté de la charnière; facette du ligament étroite, profonde, fort allongée; crochets arrondis, assez rapprochés.

Remarques. — Cette espèce est très-abondante, et parfaitement conservée dans la meule. Elle offre quelque ressemblance avec l'*Arca Mailleana*, d'Orb. (PAL. FR., *Terrains crétacés,* p. 229, pl. CCCXVIII, fig. 3 à 6), mais s'en distingue facilement, par ses proportions d'abord, qui paraissent être constamment proportionnelles à tous les degrés de croissance, et surtout par la

longueur presque égale du côté anal et du côté buccal. Cette dernière particularité la distinguera également de plusieurs autres arches ayant, comme elle, deux carènes postérieures.

Une variété de cette espèce présente, à la région antérieure, quelques côtes rayonnantes, arrondies, dont l'extérieure du côté palléal est parfois assez saillante et rejoint le milieu de la courbe buccale. Ce caractère ne nous a pas paru suffisant pour créer une nouvelle espèce; nous avons, du reste, remarqué, sur plusieurs centaines d'individus, qu'il est loin d'être constant, et s'efface même à peu près complétement, de sorte que la variété rejoint, d'une manière insensible, l'espèce-type. Les proportions sont, du reste, entièrement les mêmes.

Fig. 7, vue latérale de l'espèce-type.
Fig. 8, vue sur les crochets.
Fig. 9, vue de la charnière.
Fig. 10, vue de la variété costulée.

Arca caudata, *Sp. n.*

(Planche V, fig. 13, 14.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,01325 —	100
—	Largeur de la coquille	0,0065 —	49
—	Épaisseur de la coquille	0,006 —	42
—	Longueur de l'area du ligament	0,0065 —	49

Coquille fort allongée, très-inéquilatérale, renflée; côté anal prolongé en rostre arrondi, très-long; côté buccal court, arrondi; bord palléal très-peu courbé, presque parallèle à la charnière; une carène arrondie, très-saillante, joint le crochet à l'extrémité anale; surface ornée de fines côtes rayonnantes, bien prononcées au côté buccal, presque nulles sur le restant de la coquille, traversées par quelques sillons d'accroissement, surtout près du bord; area du ligament très-mince, assez courte.

Remarques. — Cette espèce se distingue de l'*A. subformosa*, Sow., dont les proportions sont presque les mêmes, par sa carène et son rostre arrondis au lieu d'être tranchants et aigus, par son arête palléale plus droite, et par sa forme plus équilatérale; et de l'*A. carinata*, Park., par ses dimensions proportionnelles, par son côté buccal plus arrondi, par la troncature anale

plus concave, et par l'area du ligament beaucoup plus courte et plus mince. Elle est fort abondante dans la meule de Bracquegnies.

Fig. 13, vue latérale de la coquille.

Fig. 14, vue sur les crochets.

ARCA EXORNATA, *Sp. n.*

(Planche V, fig. 17, 18.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,009	— 100
—	Largeur de la coquille	0,00635	— 70
—	Épaisseur de la coquille	0,005	— 56
—	Longueur de l'area du ligament	0,00535	— 59

Coquille très-petite, trapezoïdale, inéquilatérale, à crochets peu proéminents, assez écartés; côté anal tronqué obliquement, formant avec l'area un angle d'environ 105°; côté palléal presque droit; côté buccal arrondi. Ses ornements sont assez remarquables : une carène arrondie va du crochet à l'extrémité postérieure, et limite une surface anale ornée de côtes rayonnantes régulières, recoupées de quelques sillons d'accroissement concentriques; une assez forte saillie de deux ou trois côtes divise cette surface en deux parties à peu près égales; le côté buccal présente aussi quelques côtes rayonnantes qui ne se prolongent pas, pour la plupart, jusqu'au crochet; la région palléale présente seulement des stries d'accroissement concentriques très-fines, irrégulières, non recoupées de côtes rayonnantes.

Remarques. — Les caractères de cette espèce sont très-accusés par ses ornements, et ne permettent guère de la confondre avec n'importe quelle autre. Elle est très-rare à Bracquegnies; nous n'en possédons qu'un spécimen parfaitement conservé.

Fig. 17, vue latérale de la coquille, dessinée au double de la grandeur naturelle.

Fig. 18, vue sur les crochets.

ARCA OMALII, *Sp. n.*

(Planche V, fig. 24, 25.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,0145	— 100
—	Largeur de la coquille	0,008	— 55
—	Épaisseur de la coquille	0,007	— 48
—	Longueur de l'area du ligament	0,0085	— 60

Coquille très-mince, ovale, renflée, très-inéquilatérale, à crochets peu proéminents;

côté anal élargi, tronqué obliquement à l'area sous un angle d'environ 130°, mais arrondi à son extrémité; côté palléal presque droit; côté buccal arrondi, rejoignant l'area sous un angle peu obtus; une carène fort arrondie joint le crochet à l'extrémité anale; toute la surface est ornée de stries rayonnantes très-fines, un peu granuleuses, ne grossissant pas proportionnellement en s'éloignant du crochet, et entre lesquelles, à deux reprises différentes, d'autres côtes plus fines viennent prendre naissance. Ces ornements sont traversés, surtout vers le bord, de quelques plis d'accroissement concentriques.

Remarques. — Cette espèce se distingue de l'*A. Hugardiana,* d'Orb. (Pal. fr., *Terr. crét.*, p. 216, pl. CCCXIII, fig. 4, 5, 6), par son épaisseur beaucoup plus considérable, et son côté buccal anguleux; et de l'*A. cottaldina,* d'Orb. (même planche, fig. 7, 8, 9), par ses proportions assez différentes, et, si nous nous en rapportons à la fig. 8, plutôt qu'à la description de d'Orbigny, par l'area du ligament beaucoup plus mince. Ces deux espèces sont albiennes. Parmi les espèces cénomaniennes qui s'en rapprochent aussi, nous citerons l'*A. cenomanensis* d'Orb. (p. 223, pl. CCCXVI, fig. 1, 4) de laquelle on la distinguera facilement par son côté buccal non arrondi et l'absence de stries concentriques régulières. Les auteurs allemands ont aussi décrit quelques espèces voisines de la nôtre : Nous citerons principalement l'*A. radiata,* Goldf. (pl. CXXXVIII, fig. 2; Geinitz, pl. XX, fig. 13; et Reuss. (*A. Geinitzii*), p. 11, pl. XXXIV, fig. 31) qui a le côté anal beaucoup moins large proportionnellement; et l'*A. furcifera,* Goldf. (Geinitz, variété pl. XX, fig. 12) dont les côtes rayonnantes sont beaucoup plus fortes.

Nous dédions cette espèce à M. d'Omalius d'Halloy, l'illustre géologue belge.

Fig. 24, vue latérale de la coquille.

Fig. 25, vue sur les crochets.

Limopsis Coemansi, *Sp. n.*

(Planche VI, fig. 10, 11.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,00925	— 92
—	Largeur de la coquille	0,010	— 100
—	Épaisseur de la coquille	0,008	— 80
—	Longueur de l'area du ligament	0,005	— 50

Coquille petite, trapezoïdale, arrondie, très-épaisse, transverse, ornée de stries d'accroissement irrégulières, très-fines et très-serrées; arête cardinale anale presque droite,

un peu convexe, faisant avec l'area du ligament un angle d'environ 125°; crochets rapprochés, proéminents; bord palléal arrondi, rejoignant l'area par une ligne de moindre courbure au côté antérieur, lequel se relève un peu en arrivant à l'area; une carène très-obtuse part du crochet et rejoint l'extrémité anale.

Remarques. — Cette espèce semble ne pas acquérir de plus grandes dimensions que celles indiquées en tête de cette description. Sa forme transverse ne permet pas de la confondre avec les arches que nous venons de décrire. Elle n'est pas très-abondante dans la meule.

Nous dédions cette espèce à notre savant ami, M. Eug. Coemans, dont les travaux paléontologiques sont si avantageusement connus, et à qui nous serons bientôt redevables de la réforme complète des différentes flores fossiles de notre pays.

Fig. 10, vue latérale de la coquille, grandeur naturelle.

Fig. 11, vue sur les crochets.

PECTUNCULUS UMBONATUS, *Sow.*

(Planche V, fig. 21, 22, 23.)

Synonymie. — **Cardium umbonatum**, Sow., *Min. conch.*, pl. CLVI, fig. 2, 3, 4.
— **Pectunculus umbonatus**, Sow., *Min. conch.*, pl. CCCCLXXII, fig. 7.
— — — Goldf., *Petr. Germ.*, pl. CXXVI, fig. 2, *a*, *b*, *c*.
— — — Reuss., *Die Verst.*, p. 9, pl. XLI, fig. 20.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,017	— 100
—	Largeur de la coquille	0,017	— 100
—	Épaisseur de la coquille	0,014	— 82
-	Longueur de l'area du ligament	0,0075	— 44

Coquille sub-orbiculaire, aussi longue que large, légèrement tronquée à la partie postérieure, assez renflée, à crochets proéminents; ornée sur toute sa surface de côtes rayonnantes, bien marquées à la région palléale, diminuant progressivement des deux côtés, et finissant par disparaitre avant d'atteindre les bords; ces côtes sont recoupées par quelques sillons d'accroissement; celles du milieu sont plus serrées, elles s'élargissent progressivement des deux côtés.

Fig. 21, vue latérale de la coquille.

Fig. 22, vue intérieure.

Fig. 23, vue sur les crochets.

Pectunculus sublævis, *Sow.*

(Planche V, fig. 19, 20.)

Synonymie. — **Pectunculus sublævis,** Sow., 1824; *Min. conch.*, 5, p. 112, pl. CCCCLXXII, fig. 5, 6.
— — — Goldf., *Petr. Germ.*, pl. CXXVI, fig. 3 *a*, *b*.
— — — Reuss., 1846; *Die Verst.*, p. 9, pl. XXXV, fig. 10, 11.
— — — d'Orb., 1847; Prodrome, 20e étage, p. 163, n° 367.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,014	— 100
—	Largeur de la coquille	0,013	— 93
—	Épaisseur de la coquille	0,010	— 71
—	Longueur de l'area du ligament	0,0055	— 39

Cette coquille est très-voisine, par sa forme générale et ses ornements, de la précédente. Elle s'en distingue cependant par sa longueur plus grande, par son épaisseur beaucoup moindre, et par son crochet moins proéminent. Elle a aussi le côté anal tronqué, mais d'une manière moins accusée.

Fig. 20, vue latérale de la coquille.
Fig. 19, vue sur les crochets.

Nucula Dewalqueï, *Sp. n.*

(Planche V, fig. 26, 27, 28.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,009	— 100
—	Largeur de la coquille	0,0065	— 72
—	Épaisseur de la coquille	0,005	— 56

Coquille ovale, subtrigone, très-renflée; crochets petits, assez aigus; arête anale convexe, arête buccale concave; côté palléal largement arrondi; ornée de côtes régulières, très-fines, disposées en deux séries qui se rejoignent en chevrons assez aigus sur une ligne courbe partant de la partie postérieure du crochet, et rejoignant l'arête palléale à un peu plus des deux tiers de sa hauteur; les côtes anales se bifurquent et se recourbent très-fort du côté du corselet; les buccales restent plus droites, presque parallèles à l'arête. Ces ornements sont traversés par des stries d'accroissement qui laissent dans les sillons séparant les côtes, des ponctuations en lignes concentriques.

Remarques. — Cette élégante coquille se rapproche beaucoup du *Nucula bivirgata*, d'Orb. (Pal. fr., *Terrains crét.*, p. 176, pl. CCCIII, fig. 1 à 7), dont elle a les ornements presque trait pour trait. Mais les proportions sont tellement différentes, surtout sa largeur qui est beaucoup plus grande ($\frac{72}{100}$ au lieu de $\frac{65}{100}$), que nous avons dû en faire une espèce nouvelle. Elle n'at-

teint, du reste, comme nous l'avons constaté sur un très-grand nombre d'individus, que la moitié tout au plus de la taille de l'espèce de d'Orbigny, ce qui n'est pas un cas fortuit, et devient un motif de plus pour séparer les deux espèces. Quant aux ornements, ils présentent, chez certains individus, des particularités remarquables et fort variées : nous possédons des spécimens où, sur une certaine étendue, la ligne des chevrons de la région anale est doublée, et les côtes décrivent des zigzags très-aigus; d'autres présentent à la région buccale, assez près et parallèlement à l'arête, une répétition de ces mêmes zigzags.

Cette espèce, comme nous venons de le dire, est très-abondante à Bracquegnies. Nous la dédions à M. G. Dewalque, professeur de minéralogie et de géologie à l'Université de Liége.

Fig. 27, vue latérale de la coquille en grandeur naturelle.

Fig. 26, vue latérale de la coquille grossie du double.

Fig. 28, vue sur les crochets.

LEDA LINEATA, *Sow. sp.*

(Planche VI, fig. 8, 9.)

Synonymie. — **Nucula lineata**, Sow, 1836; in Fitton, pl. XVII, fig. 9.
— **Leda lineata**, d'Orb., 1847; Prodrome, 20e étage, p. 139, no 269.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,00825 —	100
—	Largeur de la coquille	0,005 —	61
—	Épaisseur de la coquille	0,0045 —	55
—	Angle apicial		130°

Coquille très-petite, ovale, sub-équilatérale, assez comprimée, ornée de fines côtes longitudinales, serrées, dont le rayon de courbure est plus grand que celui des plis d'accroissement, auxquels elles ne sont pas parallèles, et qu'elles recoupent, par conséquent, deux fois; arêtes cardinales un peu concaves; crochets peu saillants; côté buccal arrondi; côté anal anguleux, tronqué obliquement du côté du bord palléal.

Remarques. — Cette coquille a été rencontrée par Sowerby, dans le grès vert de Blackdown. Elle n'est pas très-rare à Bracquegnies.

Fig. 8, vue latérale de la coquille, double de grandeur naturelle.

Fig. 9, vue sur les crochets, double de grandeur naturelle.

TRIGONIA DÆDALEA, *Park.*

(Planche VI, fig. 1, 2, 3.)

Synonymie. — **Trigonia dædalea**, Park., 1811; *Org. rem.*, 3, t. XII, fol. 6.
— — — Sow., 1815; *Min. conch.*, pl. LXXXVIII, fig. 1, 2, 3.
— — **quadrata**, Agassiz, *Trig.*, p. 27, pl. VI, fig. 7, 9.
— — **dædalea**, d'Orb., 1843; PAL. FR., *Terrains crétacés*, p. 145, pl. CCXCII, fig. 1, 2, 3.
— — — d'Orb., 1847; Prodrome, 20e étage, p. 161, n° 322.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,065 —	88
—	Largeur de la coquille	0,074 —	100
—	Épaisseur de la coquille	0,037 —	50

Coquille grande, épaisse, sub-rhomboïdale, arrondie irrégulièrement à la région paléale et au côté buccal, tronquée au côté anal; arête cardinale postérieure droite; ornée près du sommet de côtes concentriques, sinueuses, de plus en plus tuberculeuses à mesure que l'on s'en éloigne, qui deviennent de gros tubercules isolés, arrondis, vers le milieu de la coquille, lesquels se resserrent et s'allongent concentriquement, mais sans plus se réunir en côtes, vers les bords, où ils tendent à s'effacer tout à fait; ces tubercules sont disposés par rangées obliques fort irrégulières, dont quelques-unes se bifurquent au côté anal; deux carènes assez droites, vaguement accusées par de plus gros tubercules, partent du crochet, et rejoignent le bord supérieur, où elles limitent la troncature.

Remarques. — On trouve cette espèce, en Angleterre, dans le grès vert de Haldonhill et à Blackdown. En France, elle est surtout commune dans les grès quartzeux du Mans et de Condrecieux (Sarthe); on la rencontre aussi à Orange et à la Malle. Elle est abondante à Bracquegnies.

Fig. 1, vue latérale de la coquille.

Fig. 2, vue sur les crochets.

Fig. 3, vue de la charnière d'un individu plus grand.

TRIGONIA ELISÆ, *Sp. n.*

(Planche VI, fig. 4, 5.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,041 —	100
—	Largeur de la coquille	0,0275 —	67
—	Épaisseur de la coquille	0,021 —	51

Coquille subtriangulaire, très-inéquilatérale, plus longue que large; côté buccal très-court, arrondi, élargi; côté anal allongé, anguleux, tronqué obliquement; deux carènes courbes partent du crochet et rejoignent le bord supérieur en divisant la surface en trois parties inégales : la partie postérieure est ornée de petites côtes obliques, transverses; la médiane, de stries d'accroissement très-fines seulement; et l'antérieure, qui est de beaucoup



la plus étendue, de grosses côtes obliques, arquées, très-serrées à la carène où elles se dirigent vers le crochet, et devenant de plus en plus tuberculeuses en approchant du bord palléal; l'arête cardinale postérieure est un peu concave jusqu'à la troncature.

Remarques. — Cette espèce se distingue du *T. ornata,* d'Orb. (*T. spinosa,* Sow., in Fitton) par ses côtes beaucoup plus nombreuses, et tuberculeuses au lieu d'être simplement crénelées. Il en est de même pour le *T. Fittoni,* d'Orb., qui, de plus, est orné, à sa partie antérieure, de côtes tuberculeuses fortement arquées, et marqué d'une dépression longitudinale, ce qui n'existe pas dans la coquille de Bracquegnies. Cette espèce est presque aussi abondante dans la meule, que le *T. dædalea.*

Fig. 4, vue latérale de la coquille.

Fig. 5, vue sur les crochets.

TRIGONIA LUDOVICÆ, *Sp. n.*

(Planche VI, fig. 6, 7.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,040	— 100
—	Largeur de la coquille	0,030	— 75
—	Épaisseur de la coquille	0,021	— 53

Coquille subtriangulaire, très-inéquilatérale, plus longue que large; côté buccal très-court, large, arrondi; côté anal allongé, un peu arrondi; une carène très-bien marquée part du crochet et rejoint l'extrémité anale; deux séries de côtes recouvrent la surface de la coquille et se rejoignent en nombre égal et à angle aigu sur la carène; celles de la surface postérieure sont un peu flexueuses; celles de la surface palléale sont assez droites et rayonnantes en traversant un large renfoncement qui cotoie la carène, mais deviennent arquées au delà, et grossissent très-fort jusqu'au bord; les grosses côtes du côté buccal ne se prolongent pas jusqu'à l'arête, où elles sont remplacées par de plus petites; toutes ces côtes sont plus ou moins tuberculeuses, surtout à la région palléale.

Remarques. — Cette espèce se distingue de la précédente par sa carène unique, bordée d'un large renfoncement; par ses côtes plus nombreuses et ses tubercules moins gros et plus rapprochés. Le *T. aliformis,* Sow., se rapproche aussi beaucoup de notre espèce, mais s'en distingue cependant très-facilement par sa carène large et lisse sur laquelle ne se prolongent pas les côtes. Le *T. Ludovicæ* est assez rare à Bracquegnies.

Fig. 7, vue latérale de la coquille.

Fig. 6, vue sur les crochets.

Cardium hillanum, *Sow.*

(Planche VII, fig. 4, 5.)

Synonymie. — **Cardium hillanum**, Sow, 1813; *Min. conch.*, 1, p. 41, pl. XIV, fig. 1.
— — Lamk., 1819; *An. sans vert.*, VI, p. 20, n° 13.
— — Geinitz, 1843; *Kiesl.*, p. 13, pl. II, fig. 10 et 11.
— — d'Orb., 1843; Pal. fr., *Terrains crétacés*, p. 27, pl. CCXLIII, fig. 1-4.
— — d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20ᵉ étage, p. 162, n° 342.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,036	— 100
—	Largeur de la coquille	0,033	— 92
—	Épaisseur de la coquille	0,026	— 79

Coquille un peu plus longue que large, presque équilatérale, assez renflée, à crochets contigus; ornée de petites côtes concentriques très-rapprochées et très-régulières, remplacées au côté anal par douze à quinze côtes rayonnantes, plus fortes, produisant une crénelure au bord; le bord est arrondi au côté buccal, presque droit à la région palléale, un peu tronqué à partir de la cinquième côte au côté anal.

Remarques. — Cette espèce est probablement la plus nombreuse de toutes celles que renferme la meule; nous en avons recueilli plusieurs centaines de spécimens parfaitement conservés. Les proportions paraissent un peu variables d'un individu à l'autre. D'Orbigny fait commencer la troncature anale à la première côte, ce que nous n'avons jamais constaté; sous ce rapport, les figures de Geinitz se rapportent beaucoup mieux à la coquille de Bracquegnies que celle de Sowerby et celles de la *Paléontologie française*.

Elle a été rencontrée en Angleterre dans le grès vert de Blackdown, à Kieslingwalda en Bohême, et en France, dans un grand nombre de localités, entre autres dans les départements de la Sarthe, du Var, de Vaucluse et de Maine-et-Loire.

Fig. 4, vue latérale de la coquille.

Fig. 5, vue sur les crochets.

Cardium subventricosum, *d'Orb.*

(Planche VII, fig. 10, 11.)

Synonymie. — **Cardium ventricosum**, d'Orb., 1843; Pal. fr., *Terrains crétacés*, p. 41, pl. CCLVII, fig. 1, 2, 3.
— — **subventricosum**, d'Orb., 1847; Prodrome, 20ᵉ étage, p. 165, n° 151.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,009	— 88
—	Largeur de la coquille	0,01023	— 100
—	Épaisseur de la coquille	0,0085	— 83



Coquille transverse, ventrue, sub-équilatérale, ornée de stries d'accroissement très-fines, disposées en ondulations irrégulières, quelquefois assez saillantes; le bord est presque également arrondi sur tout son pourtour, mais un peu plus dilaté au côté anal; crochets proéminents, recourbés et contournés; arête cardinale antérieure concave; arête postérieure convexe; labre lisse.

Remarques. — Cette espèce est caractérisée par sa grande épaisseur, ce qui la distingue des autres cardium. Elle est propre à la craie chloritée cénomanienne des environs de Rouen, où elle a été recueillie par M. d'Orbigny. Elle est très-rare à Bracquegnies.

Fig. 10, vue latérale de la coquille.

Fig. 11, vue sur les crochets.

CARDIUM BROHEI, *Sp. n.*

(Planche VII, fig. 1, 2, 3.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,073 —	86
—	Largeur de la coquille	0,085 —	100
—	Épaisseur de la coquille	0,057 —	67

Coquille très-grande, très-épaisse, ovale, transverse, renflée, à crochets proéminents, contigus; toute la surface est ornée de sillons d'accroissement séparés par des parties lisses, s'arrêtant pour la plupart à une carène anale un peu obtuse, mais souvent indiquée par un sillon rayonnant au delà duquel les ornements sont plus irréguliers et moins continus; cette carène rend le bord supérieur un peu anguleux; l'empreinte ligamentaire du corselet est allongée, assez profonde.

Remarques. — Cette espèce ressemble beaucoup, par sa taille et sa charnière, au *Cardium Dupinianum*, d'Orb. (*Pal. fr.*, p. 26, pl. CCLXII), qui est une espèce albienne; mais elle s'en distingue aisément par sa forme transverse.

Cette espèce est assez rare à Bracquegnies; nous la dédions à M. Brohée, ingénieur attaché au charbonnage de Strepy-Bracquegnies, qui a découvert le magnifique spécimen que nous avons dessiné.

Fig. 1, vue latérale de la coquille.

Fig. 3, vue sur les crochets.

Fig. 2, vue de la charnière de la valve gauche.

UNICARDIUM TUMIDUM, *Sp. n.*

(Planche VII, fig. 6, 7.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,0185 —	100
—	Largeur de la coquille.	0,017 —	92
—	Épaisseur de la coquille	0,016 —	86

Coquille mince, globuleuse, presque ronde, très-renflée, presque équilatérale, à crochets très-forts, proéminents, très-rapprochés; ornée de stries d'accroissement irrégulières; l'ovale du bord est presque parfait sur tout son pourtour, sans inflexion à la lunule ni au corselet; charnière presque nulle; corselet étroit, allongé.

Remarques. — Cette espèce ressemble beaucoup à l'*Unicardium inornatum*, d'Orb., de l'étage néocomien. (*Pal. fr.*, 3, p. 24, pl. CCLVI, fig. 3, 6). Mais elle s'en distingue par son épaisseur beaucoup plus grande.

Fig. 6, vue latérale de la coquille.

Fig. 7, vue sur les crochets.

CYPRINA ANGULATA, *Sow.*

(Planche VIII, fig. 26, 27, 28.)

Synonymie. — **Venus angulata**, Sow., 1814; *Min. conch.*, 1, p. 145, pl. LXV.
— **Cyprina angulata**, Sow., 1836; in Fitton, p. 240.
— — d'Orb.; Prodrome, 20e étage, p. 161, n° 315.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,038 —	100
—	Largeur de la coquille	0,033 —	87
—	Épaisseur de la coquille	0,024 —	64

Coquille subtriangulaire, épaisse, plus longue que large, très-inéquilatérale, ornée de stries d'accroissement concentriques très-fines et très-serrées; côté anal allongé, presque droit à la partie supérieure, tronqué obliquement; côté buccal court, très-concave sous le crochet, largement arrondi; crochets très-forts, proéminents, recourbés comme chez les isocardes, surplombant très-fort le côté buccal; lunule très-large, cordiforme, très-excavée, non limitée brusquement; corselet très-profond et très-allongé; deux carènes assez obtuses partent du crochet et rejoignent les deux extrémités de la troncature anale; charnière pourvue d'une dent semi-circulaire lamelleuse, à la valve droite.

Remarques. — Le test de cette coquille est composé de deux couches se séparant quelquefois facilement; la couche extérieure porte les stries concentriques; l'intérieure montre plutôt des stries rayonnantes.

Cette espèce est assez mal représentée dans le *Mineral conchology* de Sowerby, aussi n'est-ce pas d'après les figures de la planche LXV qu'a été faite notre détermination, mais d'après un spécimen de Blackdown, qui nous a été envoyé d'Angleterre, sous le nom de *Cyprina angulata*, et qui ne nous laisse aucun doute à ce sujet. Deux autres cyprines de Blackdown, qui ont été décrites par le même auteur, se rapprochent beaucoup de celle-ci. Ce sont : 1° le *C. rostrata*, Sow. (in Fitton, *Trans. geol. Soc.*, p. 240, pl. XVII, fig. 1) dont la forme est plus arrondie, et la charnière et le crochet beaucoup plus forts; 2° le *C. cuneata*, Sow. (même ouvrage, pl. XVI, fig. 19) dont le côté anal est beaucoup plus allongé et la lunule moins concave. Le *C. Ligeriensis* d'Orb. (Pal. fr., *Terr. crét.*, 3, p. 103, pl. CCLXXV) (*C. Noueliana*, d'Orb., Prodr.) en est aussi très-voisin, mais en diffère par ses formes plus arrondies, son côté buccal moins allongé, et son crochet moins saillant.

Cette espèce n'a encore été signalée qu'à Blackdown; elle est assez abondante à Bracquegnies.

Fig. 27, vue latérale de la coquille.

Fig. 26, vue sur les crochets.

Fig. 28, vue des charnières.

Lucina pisum, *Sow.*

(Planche VIII, fig. 18, 19, 20, 21.)

Synonymie. — **Lucina pisum**, Sow., 1836; in Fitton, *Trans. geol. soc.*, 4, p. 241, pl. XVI, fig. 14.
— — d'Orb.; *Pal. fr.*, pl. CCLXXXI, fig. 3 à 5. (Sans texte.)
— — d'Orb.; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20e étage, p. 162, n° 333.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,014	— 100
—	Largeur de la coquille	0,012	— 86
—	Épaisseur de la coquille	0,006	— 43

Coquille mince, sub-orbiculaire, très-déprimée, le côté buccal plus long que l'autre; ornée de côtes fines, lamelleuses, surtout à la région anale, séparées par des sillons plats, beaucoup plus larges qu'elles; arête anale se prolongeant en ligne très-peu courbée jusqu'au bord postérieur qu'elle rend anguleux; arête buccale sensiblement infléchie à la lunule; celle-ci profonde et bien terminée; crochet saillant; corselet très-profond, allongé, aigu des deux côtés.

Remarques. — Cette espèce est propre au grès vert de Blackdown; bien

que d'Orbigny l'ait fait figurer dans ses planches, nous ne pensons pas qu'elle ait été signalée en France; elle est rare à Bracquegnies.

Fig. 18, vue latérale de la coquille.

Fig. 20, vue intérieure.

Fig. 19, vue sur les crochets.

Fig. 21, vue très-grossie d'une partie des côtes lamelleuses de la région anale.

ISOCARDIA SOWERBYI, *Sp. n.*

(Planche VII, fig. 17, 18.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,013 —	87
—	Largeur de la coquille	0,014 —	93
—	Épaisseur de la coquille	0,015 —	100

Coquille transverse, excessivement renflée, l'épaisseur dépassant les autres dimensions, à crochets saillants, contournés; une carène saillante part du crochet et rejoint, à la partie supérieure la région palléale, qu'elle rend anguleuse; une légère dépression longe inférieurement cette carène; la surface de la coquille est presque lisse; on y remarque seulement des stries d'accroissement excessivement fines.

Remarques. — Elle ressemble à l'*Isocardia Guerangeri*, d'Orb. (*Opis Guerangeri*, Prodr., 20e ét., p. 160, n° 290), mais elle s'en distingue facilement par ses proportions, et surtout par le renflement beaucoup plus considérable de ses valves; elle est assez rare dans la meule de Bracquegnies.

Fig. 18, vue latérale de la coquille.

Fig. 17, vue sur les crochets.

CARDITA KONINCKI, *Sp. n.*

(Planche VII, fig. 8, 9.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,012 —	100
—	Largeur de la coquille	0,0085 —	71
—	Épaisseur de la coquille	0,008 —	67
—	Angle apicial		80°

Coquille très-petite, subtrigone, épaisse, très-inéquilatérale; côté anal tronqué obliquement; côté buccal arrondi; côté palléal presque droit; crochets très-forts, saillants, contournés; des côtes rayonnantes, au nombre de quarante environ, très-fortes sur la région palléale, mais diminuant progressivement de saillie et de largeur en approchant des

arêtes cardinales, ornent toute la surface de la coquille; quelques plis d'accroissement très-prononcés recoupent ces stries, et y produisent des dentelures; le labre est également dentelé; une carène obtuse part du crochet et rejoint l'extrémité anale, limitant ainsi une area un peu convexe au milieu; lunule petite, cordiforme, bien marquée.

Remarques. — M. de Ryckholt a découvert dans le tourtia de Tournai deux cardites assez voisines de cette espèce : le *Cardita Morreniana,* de Ryck., 1847 (*Mel. Pal.,* II, p. 103, pl. XVI, fig. 8-10), et le *Cardita incisa,* de Ryck., 1851 (id., p. 104, pl. XVI, fig. 13-15). Ces deux espèces ont l'angle apicial beaucoup plus ouvert, la première l'ayant de 98°, et la seconde de 105°. Cette différence et d'autres encore, que l'on remarque dans les proportions et dans les ornements, font nécessairement de notre coquille une espèce distincte. Elle est assez rare dans la meule de Bracquegnies.

Nous la dédions à M. de Koninck, professeur à l'Université de Liége, dont les travaux en paléontologie sont trop connus pour qu'il soit nécessaire de les rappeler ici.

Fig. 9, vue latérale de la coquille.

Fig. 8, vue sur les crochets.

Cardita spinosa, *Sp. n.*

(Planche VII, fig. 12, 13, 16.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,0225	— 100
—	Largeur de la coquille	0,0175	— 78
—	Épaisseur de la coquille	0,014	— 62
—	Longueur de la lunule	0,004	— 18
—	Angle apicial	environ	110°

Coquille ovale, arrondie au côté buccal et au côté palléal, un peu tronquée au côté anal; arête cardinale postérieure presque droite, l'antérieure rentrante; crochets proéminents; surface ornée partout de côtes rayonnantes au nombre de quarante-trois à quarante-cinq, dessinant sur le labre une dentelure très-aiguë; ces côtes sont recoupées des rides de croissance assez serrées, qui y produisent des protubérances quelquefois spineuses, surtout près du bord; lunule cordiforme, profonde et bien marquée, un peu plus longue que large; charnière très-forte, remarquable par une grosse dent cardinale triangulaire sur la valve gauche, correspondant à une fossette de même forme sur la valve droite.

Remarques. — Cette espèce est voisine du *Cardita Constantii,* d'Orb. (Pal. fr., *Tert. crét.,* p. 89, pl. CCLXIX, fig. 1-5) espèce albienne ou du

gault. Elle s'en distingue par ses proportions, et surtout par son épaisseur moindre; par le nombre de ses côtes; par la forme des côtes concentriques, spineuses au lieu d'être lamelleuses; et par la forme de la lunule, plus longue que large, au lieu d'être plus large que longue. Elle est rare dans la meule; nous l'avons rencontrée dans un affleurement au nord du village de Bracquegnies, près du château de Saint-Pierre.

Fig. 12, vue sur les crochets.

Fig. 13, vue latérale.

Fig. 16, vue des charnières des deux valves.

VENUS PLANA, *Sow.*

(Planche VIII, fig. 3, 4, 5.)

Synonymie. — **Venus plana,** Sow., 1813; *Min. conch.*, 1, p. 57, pl. XX, fig. 2.
— **Cytherea plana,** Goldf., *Petr. Germ.*, p. 238, 239, pl. CXLVIII, fig. 4.
— **Venus plana,** d'Orb., 1845; PAL. FR., *Terrains crétacés*, p. 447, pl. CCCLXXXVI, fig. 1-5.
— — Reuss., 1846; *Dei Verst. der Böhm.*, p. 21, pl. XLI, fig. 14.
— — d'Orb., 1847; Prodrome, 20e étage, p. 159, n° 272.

Dimension. — Longueur de la coquille	0,058	—	100
— Largeur de la coquille	0,050	—	86
— Épaisseur de la coquille	0,034	—	59

Coquille très-grande, épaisse, subtrigone, inéquilatérale; ornée de plis d'accroissement concentriques irréguliers, très-prononcés vers les bords; côté buccal plus court et plus rétréci que l'autre; crochets recourbés, au-dessus d'une lunule lancéolée très-bien limitée et saillante au milieu; corselet allongé, excavé, entourée d'une côte saillante.

Remarques. — En ne considérant que l'apparence extérieure, cette espèce pourrait facilement être confondue avec des espèces de genres tout à fait différents. Ainsi, le *Cyprina oblonga,* d'Orb. (*Astarte cyprinoïdes,* d'Arch.), du tourtia de Tournai (*Mém. de la Soc. géol. de France,* V, p. 302, pl. XIV, fig. 5 *a, b.*), lui ressemble beaucoup. On l'en distinguera cependant avec assez de facilité, en ce que cette dernière a la lunule peu distincte, et le corselet linéaire. Beaucoup d'espèces du genre *Venus* s'en rapprochent également : Nous citerons, parmi les espèces du même étage, le *V. truncata,* Sow. (*V. subtruncata,* d'Orb.) (in Fitton, 1836, *Trans. géol. Soc.,* 4, p. 242, pl. XVII, fig. 3), qui est proportionnellement moins large et moins allongé au côté buccal.

Cette espèce a été rencontrée, en Angleterre, dans le grès vert de Blackdown; en divers endroits de la Bohême; en France, dans les départements de la Sarthe, de Vaucluse, d'Indre-et-Loire, de la Dordogne, de la Charente, etc. Elle paraît être un des fossiles les plus caractéristiques de l'étage cénomanien. Elle est assez commune à Bracquegnies, où elle est parfaitement conservée.

Fig. 3, vue latérale de la valve droite.

Fig. 4, vue sur les crochets.

Fig. 5, charnière de la valve droite.

VENUS FABA, *Sow.*

(Planche VIII, fig. 9, 10.)

Synonymie. — **Venus faba**, Sow., 1827; *Min. conch.*, 6, p. 129, pl. DLXVII, fig. 3, 4.
— — Geinitz, 1843; *Kieslingwalda und Nachtrag*, p. 13, pl. II, fig. 7, 8, 9.
— — Goldf., *Petr. Germ.*, p. 247, pl. CLI, fig. 6.
— — Reuss., *Die Verst. der Böhm.*, 1846, p. 21, pl. XLI, fig. 12.
— — d'Orb., 1845; *Pal. fr.*, p. 444, pl CCCLXXXV, fig. 6-8.
— — d'Orb., 1847; Prodrome, 20e étage, p. 159, no 275.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,020 —	100
—	Largeur de la coquille	0,015 —	75
—	Épaisseur de la coquille	0,008 —	40

Coquille très-mince, ovale, sub-équilatérale, très-déprimée; crochets très-obtus, assez peu saillants; ornée de fines côtes concentriques d'accroissement, assez serrées, régulières; arête cardinale supérieure peu courbée, l'inférieure un peu rentrante sous le crochet, ces deux arêtes formant un angle d'environ 120°; le restant du bord, d'un ovale presque régulier; corselet fort allongé; lunule peu distincte.

Remarques. — La forme très-déprimée de cette espèce semble en être le caractère distinctif. C'est, entre autres, ce qui la distingue du *V. ovalis,* Goldf. (*subovalis,* d'Orb.), outre qu'elle a la lunule concave au lieu de l'avoir convexe. D'un autre côté, elle se distingue du *V. sublævis,* Sow., et du *V. immersa,* Sow., par sa forme plus équilatérale.

Elle est très-abondamment répandue dans les assises cénomaniennes. Elle a été rencontrée : en Angleterre, à Blackdown, à Parham-Parc et à Shanklinchine; en Allemagne, à Kiesling-Walda et Kreibitz; et en France,

au Havre, à Rouen (Seine-Inférieure), et à Uchaux (Vaucluse). Elle est assez commune à Bracquegnies, où elle se trouve parfaitement conservée.

Fig. 9, vue latérale de la valve gauche.

Fig. 10, vue sur les crochets.

VENUS CAPERATA, *Sow.*

(Planche VIII, fig. 6, 7, 8.)

Synonymie. — **Venus caperata**, Sow., 1826; *Min. conch.*, p. 531, pl. DXVIII, fig. 1-4.
— — d'Orb., 1845; PAL. FR., *Terrains crétacés*, p. 445, pl. DLXXXV, fig. 9, 10.
— — d'Orb., 1847; Prodrome, 20e étage, p. 159, no 276.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,024	— 100
—	Largeur de la coquille	0,0215	— 90
—	Épaisseur de la coquille	0,013	— 54

Coquille presque aussi large que longue, à bords arrondis; arête cardinale antérieure rentrant assez fortement sous le crochet, la postérieure largement convexe; côté buccal un peu rétréci; ornée de rides d'accroissement concentriques, arrondies, augmentant régulièrement de grosseur du crochet au bord; corselet fort allongé; lunule peu distincte, marquée seulement par une strie très-fine, quelquefois imperceptible, sans renfoncement; une dent latérale buccale très-saillante, à chaque valve.

Remarques. — Malgré une légère différence dans les ornements, il nous semble impossible de ne pas admettre notre détermination comme bonne, tous les autres caractères indiqués par Sowerby étant exactement ceux de la coquille de Bracquegnies. Elle se distingue de la précédente par sa forme plus orbiculaire et plus renflée, et par ses côtes beaucoup plus fortes. Le *V. vibrayeana*, d'Orb. (PAL. FR., *Terr. crét.*, p. 442, pl. CCCLXXXIV, fig. 16-20), réunit presque tous les caractères de cette espèce, et très-probablement elle lui eût été assimilée, sans la répugnance bien connue de l'auteur du Prodrome à admettre trop d'espèces passant d'un étage à l'autre; le *V. vibrayeana* est une espèce albienne.

Le *V. caperata* a été rencontré, en Angleterre, à Blackdown, et, en France, dans les environs de Tours (Indre-et-Loire). Elle est assez commune à Bracquegnies et parfaitement conservée.

Fig. 6, vue latérale de la valve droite.

Fig. 7, vue intérieure de la valve droite.

Fig. 8, vue sur les crochets.

VENUS PARVA, *Sow.*

(Planche VIII, fig. 1, 2.)

Synonymie. — **Venus parva**, Sow., 1826; *Min. conch.*, p. 531, pl. DXVIII, fig. 5, 6, 7.
— — Goldf., 1836; *Petr. Germ.*, p. 246, pl. CLI, fig. 4.
— — Geinitz, 1840; *Charak.*, 11, p 76, pl. XX, fig. 6, 7.
— — d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20e étage, p. 159, no 282.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,009 —	95
—	Largeur de la coquille	0,0095 —	100
—	Épaisseur	0,006 —	63

Coquille très-petite, un peu transverse à cause de la proéminence du crochet, le cercle du bord étant presque parfait, assez renflée; ornée de stries d'accroissement concentriques excessivement fines, dont la régularité est interrompue par quelques plis plus saillants; crochets assez proéminents, aigus, recourbés.

Remarques. — Tous les auteurs ont donné à cette espèce une surface lisse, ce qui n'a rien d'étonnant pour nous : les stries de croissance ne peuvent se voir qu'à la loupe, et les fossiles de Bracquegnies, parfaitement conservés pour la plupart, montrent très-souvent des ornements qui ne se voient pas sur les mêmes espèces provenant d'autres dépôts.

Les auteurs, surtout Sowerby et Geinitz, ne semblent pas tout à fait certains de la bonne détermination générique de cette espèce. Il est, en effet, assez difficile de reconnaître tous les caractères du genre dans des coquilles aussi petites, et dont l'encroûtement demande beaucoup de soins pour être enlevé sans les briser. Quelques charnières que nous avons pu dégager, et qui sont bien des charnières de Venus, ne nous laissent aucun doute à cet égard, bien que nous n'ayons pu parvenir à bien distinguer le sinus palléal.

Cette espèce est propre au grès vert de Blackdown. On l'a également rencontrée, à Lyssa et à Postelberg, en Bohême. Nous en avons recueilli un grand nombre de spécimens dans la meule.

Fig. 1, vue latérale de la coquille.

Fig. 2, vue sur les crochets.

Venus Nysti, *Sp. n.*

(Planche VIII, fig. 11, 12, 13.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,029 —	100
—	Largeur de la coquille	0,029 —	100
—	Épaisseur de la coquille	0,015 —	52

Coquille orbiculaire, sub-équilatérale, assez renflée, à crochets petits, aigus, recourbés; ornée de stries d'accroissement concentriques assez régulières, très-nombreuses, bien accusées près des bords; lunule lancéolée, bien limitée, très-profonde; corselet fort allongé, également bien marqué; sinus palléal assez petit, sub-triangulaire, très-ouvert.

Remarques. — Beaucoup d'espèces de forme et de caractères extérieurs à peu près identiques à la nôtre, ont été décrites par les auteurs; généralement, elles ont été rangées dans d'autres genres que le genre *Venus*. Il serait fastidieux d'entrer à cet égard dans beaucoup de détails, tellement la liste que nous pourrions en donner serait longue; nous nous contenterons de citer ici les espèces des terrains crétacés qui s'en rapprochent le plus : entre autres, l'*Astarte striata,* Sow. (*Min. conch.,* 6, p. 56, pl. DXX, fig. 1), l'*Astarte Koninckii,* d'Arch. (*Mém. de la Soc. géol. de France*), 5, p. 302, pl. XIV, fig. 4 à 6), le *Lucina lenticularis,* Goldf. (*Petr. Germ.,* pl. CXLVI, fig. 16), etc. Les caractères intérieurs de ces diverses espèces ayant probablement été bien étudiés par leurs auteurs, le sinus palléal devient naturellement le caractère distinctif de l'espèce de Bracquegnies.

Le *V. subrotunda,* Sow. (in Fitton, *Trans. geol. Soc.,* 4, p. 341, pl. XVII, fig. 2), se rapproche beaucoup de notre espèce, mais sa largeur n'étant que les $\frac{70}{100}$ de la longueur, il n'y a pas moyen de les confondre.

Cette espèce est très-commune à Bracquegnies, et y est d'une conservation parfaite. Très-souvent l'encroûtement intérieur se détache avec la plus grande facilité, et laisse les valves complétement à nu.

Nous dédions cette espèce à M. Nyst, le savant paléontologiste de nos terrains tertiaires.

Fig. 11, vue latérale de la coquille.

Fig. 12, vue sur les crochets.

Fig. 13, vue intérieure de la valve droite.

VENUS LUCINA, *Sp. n.*

(Planche VIII, fig. 22, 23.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,018	—	100
—	Largeur de la coquille	0,018	—	100
—	Épaisseur de la coquille.	0,00766	—	42

Cette coquille ne diffère de la précédente que par sa forme plus déprimée, et quelques différences à peine sensibles dans les ornements concentriques de la région anale, qui lui donnent extérieurement plutôt l'apparence d'une Lucine. Tous les autres caractères, la forme orbiculaire, la charnière, les empreintes musculaires, le sinus palléal, etc., restent proportionnellement les mêmes.

Remarques. — Nous renvoyons, pour cette espèce, aux observations que nous avons faites à l'espèce précédente. Nous avions d'abord pensé ne pouvoir faire de ces deux Venus que deux variétés de la même espèce, mais les caractères qui les distinguent ne sont pas du tout accidentels; elles sont très-discernables, même à la simple vue; elles ne passent pas de l'une à l'autre d'une manière insensible, mais chacune d'elles reste constamment identique avec elle-même.

La *V. lucina* n'est pas aussi abondante dans la meule que le *V. Nysti*, mais elle s'y trouve aussi bien conservée.

Fig. 22, vue latérale de la coquille.

Fig. 23, vue sur les crochets.

TELLINA INÆQUALIS, *Sow.*

(Planche VIII, fig. 24, 25.)

Synonymie. — **Tellina inæqualis**, Sow., *Min. conch.*, pl. CCCCLVI, fig. 1, 2.)
— **Psammobia semicostata**, Rœmer, 1841, *Kreid.*, p. 74, pl. IX, fig. 21.
— — — Geinitz, *Char. Kreid.*, p. 49, pl. XVI, fig. 6.
— **Tellina semicostata**, Reuss., 1846; *Die Verst. der Böhm.*, p. 19, pl. XXXVI, fig. 11, 12.
— **Arcopagia inæqualis**, d'Orb., 1847; Prodrome, 20e étage, p. 158, n° 262.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,027	—	100
—	Largeur de la coquille	0,0165	—	61
—	Épaisseur de la coquille	0,008	—	30

Coquille mince, ovale, très-comprimée, inéquilatérale; le côté postérieur un peu courbé à droite; ornée de stries d'accroissement concentriques irrégulières, et au côté anal, de fines stries rayonnantes; l'oval du bord est régulier, mais plus rétréci au côté antérieur; crochets petits, contigus, peu saillants.

Remarques. — Cette espèce, assez commune à Bracquegnies, y est presque toujours mal conservée; le test se réduit en une poussière blanche très-peu adhérente, qui a peu ou point conservé les ornements rayonnants qui caractérisent les individus trouvés en Angleterre et en Allemagne. Remarquons cependant que, d'après Sowerby, les stries ne sont pas toujours bien accusées dans les individus du grès vert de Blackdown. La courbure des valves tendrait à faire ranger cette espèce, ainsi que l'a fait l'auteur du Prodrome, dans le genre *Arcopagia;* mais ne connaissant pas du tout l'intérieur de la coquille, nous n'avons pu y constater les autres caractères du genre. Pour ce même motif, nous conservons quelques doutes quant à sa position normale : il pourrait très-bien se faire que celle que nous lui avons donnée sur nos planches dût être intervertie, de manière que le côté buccal ou inférieur deviendrait le côté anal, et vice versa. C'est du moins de cette manière que l'auteur du *Mineral conchology* a décrit cette espèce. Dans ce cas, le côté anal serait plus long et plus dilaté que le côté buccal, ce qui se remarque fréquemment chez les Tellines.

Cette espèce a été rencontrée à Blackdown en Angleterre, à Frienwalde en Allemagne et à Tyssa en Bohême, dans les assises crétacées rapportées par d'Orbigny à l'étage cénomanien.

Fig. 24, vue latérale de la coquille.

Fig. 25, vue par les crochets.

TELLINA MULTISTRIATA, *Sp. n.*

(Planche VIII, fig. 14, 15.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,021	— 100
—	Largeur de la coquille	0,014	— 66
—	Épaisseur de la coquille.	0,008	— 38
—	Longueur de la région anale	0,0135	— 64

Coquille ovale, inéquilatérale, déprimée; arête cardinale postérieure droite presque jusqu'à l'extrémité; arête buccale plus courbée; ornée de fines côtes d'accroissement concentriques, très-régulières, et de trois ou quatre sillons périodiques, parallèles à ces côtes et qui en interrompent la régularité; le côté buccal est, en outre, orné de douze à quinze côtes rayonnantes, sinueuses, recoupant les premières.

Remarques. — Ne connaissant pas l'intérieur de cette coquille, nous ferons

les mêmes réserves, quant à sa position normale, que nous avons faites pour l'espèce précédente.

Cette espèce est rare à Bracquegnies; nous n'en possédons qu'un seul individu parfaitement conservé. La régularité de ses ornements, et sa forme très-inéquilatérale la font parfaitement distinguer des autres espèces, particulièrement du *T. semicostata*, Reuss, dont les ornements sont à peu près les mêmes, mais qui est presque équilatérale.

Fig. 14, vue de la valve droite.

Fig. 15, vue sur les crochets.

Tellina scutiformis, *Sp. n.*

(Planche VIII, fig. 16, 17.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,025	— 100
—	Largeur de la coquille	0,0195	— 78
—	Épaisseur de la coquille	0,007	— 28

Coquille ovale, très-déprimée, presque équilatérale, presque également arrondie des deux côtés; ornée de stries d'accroissement concentriques très-fines, irrégulières, recoupées de stries rayonnantes principalement vers les bords; des côtes rayonnantes très-nombreuses et très-légères se remarquent sur toute la région buccale, et disparaissent insensiblement vers le milieu de la région palléale; crochets peu saillants, contigus; arêtes cardinales presque droites, formant un angle d'environ 125° à 130°.

Remarques. — Cette espèce est rare à Bracquegnies. Ses ornements rayonnants sont assez variables d'intensité d'un individu à l'autre; quelques spécimens sont à peu près lisses. Elle se distingue des deux espèces précédentes, par sa forme plus équilatérale, et par sa plus grande largeur. Elle ressemble beaucoup au *Psammobia circinalis,* Dujardin (*Arcopagia circinalis,* d'Orb., Pal. fr., *Terr. crét.,* p. 414, pl. CCCLXXVIII, fig. 16 à 18); mais elle s'en distingue par sa forme beaucoup plus déprimée. Celle-ci est, du reste, une espèce sénonienne.

Fig. 17, vue latérale de la coquille.

Fig. 16, vue sur les crochets.

TELLINA GRACILIS, *Sow. sp.*

(Planche VII, fig. 19, 20.)

Synonymie. — **Psammobia gracilis**, Sow., 1836; in Fitton, *Trans. geol. soc.*, 4, p. 242, pl. XVI, fig. 12.
— **Tellina gracilis**, d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20e étage, p. 159, no 265.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,007	—	100
—	Largeur de la coquille	0,004	—	57
—	Épaisseur de la coquille	0,0035	—	50

Coquille petite, ovale, allongée, assez épaisse, tronquée au côté anal, arrondie au côté buccal; la surface entière est ornée de stries concentriques bien marquées, surtout à la région postérieure, où elles sont parallèles à la troncature; une carène bien accusée part du crochet et rejoint l'extrémité anale, qu'elle rend très-aiguë; crochets assez forts, non contigus.

Remarques. — Cette espèce, propre au grès vert de Blackdown, est assez rare à Bracquegnies.

Fig. 19, vue latérale de la coquille.

Fig. 20, vue sur les crochets.

SOLECURTUS COMPRESSUS, *Goldf. sp.*

(Planche VIII, fig. 29.)

Synonymie. — **Solen compressus**, Goldf., 1834; *Petr. Germ.*, pl. CLIX, fig. 4.
— — — Geinitz, 1840; *Char. der schic.*, p. 76, pl. XXI, fig. 4.
— — **æqualis**, d'Orb., 1844; PAL. FR., *Terrains crétacés*, 3, p. 321, pl. CCCL, fig. 5, 6, 7.
— — — Reuss., 1846; *Die Verst. der Böhm.*, 2, p. 16, pl. XXXVI, fig. 6.
— **Solecurtus æqualis**, d'Orb., 1847; Prodrome, 20e étage, p. 158, no 251.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,038	—	100
—	Largeur de la coquille	0,0135	—	36
—	Épaisseur de la coquille	?	—	?

Coquille très-mince, allongée, comprimée, presque équilatérale; marquée de plis d'accroissement peu apparents, et de quelques stries rayonnantes du côté buccal, également peu distinctes; côté anal un peu plus large et plus obtus que l'autre.

Remarques. — Il nous paraît difficile de ne pas identifier cette espèce avec le *Solen compressus* de Goldfuss et le *Solecurtus æqualis* de d'Orbigny. L'auteur du Prodrome s'est cru obligé de créer une espèce nouvelle pour éviter des passages d'un étage à l'autre, chose qui, cependant, ne doit pas surprendre pour une coquille aussi répandue que celle-ci. Nous ne nous

expliquons pas pourquoi Reuss, qui admet cette identification, et conserve à la synonymie le nom que lui avait assigné Goldfuss en 1834, a préféré lui donner celui qui lui avait été imposé par d'Orbigny en 1844.

Cette espèce a été rencontrée à Tyssa en Bohême, et dans les environs du Mans en France; elle est assez rare à Bracquegnies.

Ne connaissant pas l'intérieur de cette coquille, nous conservons quelque doute quant à sa position normale; il est probable que notre figure est renversée.

Fig. 29, vue latérale de la coquille.

Corbula truncata, *Sow.*

(Planche VI, fig. 13, 14, 15.)

Synonymie. — **Corbula truncata**, Sow., 1836; in Fitton, *Trans. geol. soc.*, 4, p. 341, pl. XVI, fig. 8.
— — — d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20ᵉ étage, p. 160, nº 280.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,007	— 100
—	Largeur de la coquille	0,005	— 71
—	Épaisseur de la coquille	0,0035	— 50

Coquille très-petite, ovale, globuleuse, un peu triangulaire; assez allongée et arrondie au côté buccal, tronquée obliquement et pointue au côté anal, le bord palléal droit et même un peu concave à la partie supérieure, s'arrondissant de plus en plus en approchant du côté buccal; une assez forte carène part du crochet et rejoint l'extrémité anale, où elle limite la troncature; toute la surface est ornée de rides d'accroissement concentriques, surtout près du bord.

Remarques. — Beaucoup d'espèces offrent plus ou moins de ressemblance avec celle-ci. Il s'en rencontre entre autres une ou deux dans les terrains tertiaires qu'il serait assez facile de confondre avec elle, si les étages qui les renferment n'étaient pas aussi éloignés. Parmi les espèces crétacées qui s'en approchent le plus, nous citerons celle décrite sous le même nom par d'Orbigny (*C. truncata,* d'Orb., 1843, *Pal. fr.*, 3, p. 461, pl. CCCLXXXVIII, fig. 18 à 20) et qu'il a rapportée depuis au *C. Goldfussiana,* Matheron, 1842, (Prodr., *Terr. crét.*, 21ᵉ étage, p. 195, nº 112). C'est une espèce turonienne beaucoup moins épaisse et moins large que le *C. truncata,* Sow. Le *C. neocomiensis,* d'Orb., 1847 (Prodr., 17ᵉ étage, p. 76, nº 263) décrit sous le

nom de *C. carinata* (*Pal. fr.*, p. 457, pl. CLXXXVIII, fig. 3 à 5) s'en distingue de son côté par sa taille beaucoup plus grande et sa carène anale beaucoup plus prononcée.

Fig. 13, vue de la valve droite, double de grandeur naturelle.

Fig. 15, vue de la valve gauche, double de grandeur naturelle.

Fig. 14, vue sur les crochets, double de grandeur naturelle.

CORBULA SUBELEGANS, *Sp. n.*

Planche VI, fig. 17, 18 et 18bis.)

Dimension. —	Longueur de la grande valve	0,0075 —	100
—	Longueur de la petite valve	0,006 —	80
—	Largeur de la coquille	0,005 —	67
—	Épaisseur de la coquille	0,0045 —	60

Coquille ovale, renflée, arrondie au côté buccal, la valve gauche prolongée postérieurement en rostre contourné; ornée partout de très-fines stries d'accroissement concentriques, lesquelles deviennent, près du bord, des sillons bien marqués, séparant des plis assez larges, arrondis, également concentriques; des stries rayonnantes se remarquent, surtout à la région anale, sur les échantillons les mieux conservés; les deux valves sont presque également bombées; elles offrent toutes deux une carène se dirigeant en courbe, du crochet à l'extrémité anale; la valve droite, beaucoup plus petite que l'autre, n'est pas rostrée, mais tronquée à partir de la carène; crochets très-forts, contigus.

Remarques. — Cette espèce se distingue du *C. truncata,* par le rostre anal de la valve gauche, et du *C. elegans*, Sow. (*Min. conch.*, 6, p. 139, pl. DLXXII, fig. 1) par sa plus grande largeur, et surtout parce que la petite valve est à peu près aussi bombée que l'autre, au lieu d'être plate. D'un autre côté, elle ressemble aussi très-fort à une espèce tertiaire, le *C. Regulbiensis*, Morris.

Ces deux corbules sont très-abondantes à Bracquegnies.

Fig. 18, vue de la valve droite, double de grandeur naturelle.

Fig. 17, vue de la valve gauche, double de grandeur naturelle.

Fig. 18bis, vue sur les crochets, double de grandeur naturelle.

Thetis major, *Sow.*

(Planche VII, fig. 14, 15.)

Synonymie. — **Thetis major**, Sow., 1826; *Min. conch.*, 6, p. 19, pl. DXIII, fig. 1-4.
— — d'Orb., 1845; Pal. fr., *Terrains crétacés*, 3, p. 454, pl. CCLXXXVII, fig. 8-10.
— — d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20ᵉ étage, p. 160, nº 285.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,029 —	100
—	Largeur de la coquille	0,028 —	97
—	Épaisseur de la coquille	0,020 —	70

Coquille mince, presque aussi large que longue, également arrondie aux deux extrémités, presque équilatérale; ornée de stries d'accroissement concentriques très-fines; crochets saillants, aigus, contournés; sinus palléal très-allongé et très-aigu, limité, principalement aux abords du crochet, par une côte assez forte, correspondant à un sillon large et profond sur le moule.

Remarques. — Cette espèce est presque toujours à l'état de moule; quand le test est conservé, il ne l'est pas sur le sinus palléal, où son épaisseur est naturellement moindre que partout ailleurs. Elle est assez rare dans la meule de Bracquegnies. En Angleterre, on la trouve dans le grès vert de Blackdown et de Devises; en France, dans les environs de Rouen.

Fig. 14, vue latérale de la coquille.

Fig. 15, vue sur les crochets.

Pholadomya Mailleana, *d'Orb.*

(Planche VI, fig. 12.)

Synonymie. — **Pholadomya Mailleana**, d'Orb., 1847; Pal. fr., *Terrains crétacés*, p. 355, pl. CCCLXIV, fig. 1, 2.
— — — d'Orb., 1847; Prodrome, *Terrains crétacés*, 20ᵉ étage, p. 157, nº 239.

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,031 —	100
—	Largeur de la coquille	0,016 —	51
—	Épaisseur de la coquille	0,013 —	42

Coquille très-mince, allongée, assez déprimée, arrondie au côté buccal, tronquée au côté anal, le bord palléal, arrondi au milieu, rejoint en ligne droite la troncature anale; arête cardinale postérieure un peu concave; ornée de stries d'accroissement concentriques très-fines, irrégulières, et de gros plis droits, disposés en deux séries : ceux du côté anal transverses, presque parallèles aux stries d'accroissement et à la troncature; ceux du côté buccal fort inclinés, recoupant ces stries beaucoup plus obliquement.

Remarques. — Les gros plis s'élargissent et tendent à disparaître en approchant du bord dans le spécimen figuré par d'Orbigny; ils ne se trouvent que dans le voisinage du crochet, bien qu'occupant un espace à peu près égal à celui qu'ils recouvrent sur les coquilles de Bracquegnies. Celles-ci sont du reste beaucoup plus petites, et n'avaient probablement pas atteint leur entier développement de taille lors de leur enfouissement.

Cette espèce est assez voisine du *Phalodomya* (*Goniomya*) *designata*, Goldf. (pl. CLIV, fig. 13 du *Petr. germ.*), mais s'en distingue aisément par la troncature anale. Elle a été rencontrée en France, au Mans et à Condrecieux, dans le département de la Sarthe, au Havre, et à Rouen. Elle est rare à Bracquegnies.

Fig. 12, vue de la valve gauche.

PHOLADOMYA SUBCAUDATA, *Sp. n.*

(Planche V, fig. 19, 20.)

Dimension. —	Longueur de la coquille	0,026 — 100
—	Largeur de la coquille	0,021 — 81
—	Épaisseur de la coquille	0,018 — 69

Coquille allongée, inéquilatérale, assez renflée au milieu, arrondie au côté buccal, un peu rostrée au côté anal, lequel présente en outre une légère troncature oblique; crochets assez forts; recourbés antérieurement à la façon des isocardes, contigus; surface ornée de quinze à vingt côtes rayonnantes, commençant vers le milieu de la région palléale, et finissant avant d'atteindre l'extrémité anale; le reste de la surface est lisse, sauf quelques plis d'accroissement concentriques, lesquels traversent également la partie costulée.

Remarques. — Cette espèce se distingue du *Pholadomya caudata*, Rœmer (*Corbula æquivalvis*, Goldf.) par ses proportions, sa forme plus inéquilatérale, le nombre des côtes, et la disposition de celles-ci, qui ne se trouvent qu'à la partie supérieure de la région palléale, au lieu de se prolonger jusqu'à l'extrémité buccale. Le *Pholadomya caudata* est une espèce sénonienne.

L'espèce de Bracquegnies est assez rare dans la meule.

Fig. 20, vue latérale de la coquille.

Fig. 19, vue sur les crochets.

III. — ANNÉLIDES

Filigrana filiformis, *Sow. sp.*

(Planche VI, fig. 21.)

Synonymie. — **Serpula filiformis**, Sow., 1836; in Fitton, *Trans. geol. soc.*, pl. XVIII, fig. 2.
— — — Reuss., 1845; *Die Verst. der Böhm.*, pl. V, fig. 26.
— **Filigrana filiformis**, de Ryck., 1847; *Mélanges paléontologiques*, 1re partie, p. 126, n° 104.

Tubes nombreux, très-longs, très-étroits, arrondis, presque égaux en grosseur d'un bout à l'autre, groupés en masses allongées, ramifiées; ces tubes sont souvent parallèles, ondulés; quelquefois ils se croisent, mais montrent cependant une tendance générale à suivre la direction de la masse.

Remarques. — Cette espèce a été trouvée par Sowerby dans le grès vert de Blackdown; Reuss l'a signalée en Bohême; M. de Ryckholt l'a rencontrée assez abondamment dans le tourtia de Tournai et de Montignies-sur-Roc, à Visé et à Aix-la-Chapelle. Ces deux dernières localités semblent indiquer le passage de cette espèce de l'étage cénomanien dans les étages supérieurs. Elle est assez abondante dans la meule de Bracquegnies.

N. B. Dans notre *Mémoire sur les terrains crétacés du Hainaut*, nous avons donné la liste des fossiles de la meule de Bracquegnies, dont quelques noms spécifiques se trouvent modifiés dans le présent ouvrage, ces noms ayant déjà été donnés à des espèces vivantes. Ce sont: le *Cancellaria pulchra*, le *Trochus tricarinatus*, le *Lima longula*, l'*Isocardia inflata* et le *Venus circinata*, qui sont devenus: le *Cancellaria Orbignyana*, le *Trochus Geinitzi*, le *Lima Archiacana*, l'*Isocardia Sowerbyi* et le *Venus Nysti*. Une autre espèce a changé de genre; c'est l'*Arca transversa* qui est devenu le *Limopsis Coemansi*.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I.

Fig. 1, 2 et 3. Coupes montrant la position de la meule dans le bassin du Hainaut relativement aux autres étages crétacés.

PLANCHE II.

Fig.	1.	*Pterocera tuberosa*, Briart et Cornet.
»	2.	» *retusa*, Sow. sp. (*Rostellaria*.)
»	3.	» *macrostoma*, Sow. sp. (*Rostellaria*.)
»	4, 5, 6.	*Rostellaria Parkinsoni*, Mantell.
»	7, 8.	*Fasciolaria rustica*, Briart et Cornet.
»	9, 10.	*Cancellaria Orbignyana*, Briart et Cornet.
»	11, 12.	*Fusus Smithii*, Sow. sp. (*Pyrula*.)
»	13, 14.	» *Dejaeri*, Briart et Cornet.
»	15, 16.	*Natica Toilliesiana*, Briart et Cornet.
»	17, 18, 18bis.	» *Lehardyi*, Briart et Cornet.
»	19, 20.	» *rotundata*, Sow. sp. (*Turbo*.)
»	21, 22.	» *pungens*, Sow. sp. (*Turbo*.)
»	23, 24.	» *subacuminata*, Briart et Cornet.
»	25, 26.	» *Mesostyle*, de Ryck.

PLANCHE III.

Fig.	1, 2.	*Fasciolaria rugosa*, Briart et Cornet.
»	3, 4.	*Fusus dubius*, Briart et Cornet.
»	5, 6.	*Natica Geinitzii*, Sow. sp. (*Turbo*.)
»	7, 8.	*Rissoa maxima*, Briart et Cornet.
»	9, 10.	*Tornatina ovata*, Briart et Cornet.
»	11, 12.	*Bulla Ryckholtii*, id.
»	13, 14.	*Acteonella conica*, id.
»	15, 16.	» *sublævis*, id.
»	17, 18, 19.	*Acteon affinis*, Sow. sp. (*Tornatella*.)
»	20, 21.	*Phasianella Sowerbyi*, Sow. sp.
»	22, 23.	» *globosa*, Briart et Cornet.

Fig.	24, 25, 26.	*Phasianella formosa*, Sow.
»	27, 28, 29.	*Cinulia avellana*, Brong. sp. (*Cassis.*)
»	30, 31, 32, 33.	» *dubia*, Briart et Cornet.
»	34, 35, 36.	*Turbo Fittoni*, Sow. sp. (*Littorina gracilis.*)
»	37, 38.	*Solarium Ryckholdtii*, Briart et Cornet.
»	39, 40.	*Trochus Genitzi*, Briart et Cornet.
»	41, 42.	*Scalaria pulchra*, Sow.
»	43, 44.	*Turritella granulata*, Sow.
»	45.	» *subalternans*, Briart et Cornet.
»	46, 47.	*Helcion Malaisii*, Briart et Cornet.
»	48, 49.	*Trochus parvus*, id.
»	50, 51, 52.	*Nerita rugosa*, id.

PLANCHE IV.

Fig.	1, 2.	*Ostrea digitata*, Sow. sp. (*Chama.*)
»	3, 4.	» *conica*, id. (*Id.*)
»	5, 6, 8.	» *haliotidea*, id. (*Id.*)
»	7.	*Avicula anomala*, Sow.
»	9, 10.	*Mytilus reversus*, Sow. sp. (*Modiola.*)
»	11, 12.	» *lanceolatus*, Sow.
»	13, 14, 15.	*Ostrea columba*, Lamk. sp. (*Gryphea.*)
»	16, 17.	*Lima Archiacana*, Briart et Cornet.
»	18, 19, 20.	» *subcarinata*, id.
»	21, 22.	*Janira quadricostata*, Sow. sp. (*Pecten.*)
»	23, 24.	» *cometa*, d'Orb.
»	25, 26.	» *æquicostata*, Lamk sp. (*Pecten.*)

PLANCHE V.

Fig.	1.	*Arca glabra*, Park. sp. (*Cucullæa.*)
»	7, 8, 9, 10.	» *æquilateralis*; Briart et Cornet.
»	11, 12.	» *subformosa*, Sow. sp. (*Cucullæa.*)
»	13, 14.	» *caudata*; Briart et Cornet.
»	15, 16.	» *carinata*, Sow.
»	17, 18.	» *exornata*, Briart et Cornet.
»	19, 20.	*Pectunculus sublævis*, Sow.
»	21, 22, 23.	» *umbonatus*, Sow.
»	24, 25.	*Arca Omalii*, Briart et Cornet.
»	26, 27, 28.	*Nucula Dewalqueï*, Briart et Cornet.

PLANCHE VI.

Fig.	1, 2, 3.	*Trigonia dædalea*, Park.
»	4, 5.	» *Elisæ*, Briart et Cornet.

Fig. 6, 7. *Trigonia Ludovicæ*, Briart et Cornet.
» 8, 9. *Leda lineata*, Sow. sp.
» 10, 11. *Limopsis Coemansi*, Briart et Cornet.
» 12. *Pholadomya Mailleana*, d'Orb.
» 13, 14, 15. *Corbula truncata*, Sow.
» 16. *Vermetus concavus*, Sow.
» 17, 18, 18bis. *Corbula subelegans*, Briart et Cornet.
» 19, 20. *Pholadomya subcaudata*, Briart et Cornet.
» 21. *Filigrana filiformis*, Sow. sp. (*Serpula.*)
» 22, 23. *Pyrula depressa*, Sow.
» 24, 25. *Dentalium medium*, Sow.

PLANCHE VII.

Fig. 1, 2, 3. *Cardium Brohei*, Briart et Cornet.
» 4, 5. » *Hillanum*, Sow.
» 6, 7. *Unicardium tumidum*, Briart et Cornet.
» 8, 9. *Cardita Koninckii*, id.
» 10, 11. *Cardium subventricosum*, d'Orb.
» 12, 13, 16. *Cardita spinosa*, Briart et Cornet.
» 14, 15. *Thetis major*, Sow.
» 17, 18. *Isocardia Sowerbyi*, Briart et Cornet.
» 19, 20. *Tellina gracilis*, Sow. sp.

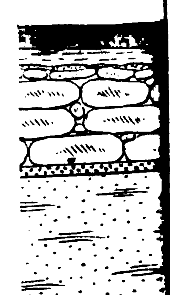
PLANCHE VIII.

Fig. 1, 2. *Venus parva*, Sow.
» 3, 4, 5. » *plana*, Sow.
» 6, 7, 8. » *caperata*, Sow.
» 9, 10. » *faba*, Sow.
» 11, 12, 13. » *Nysti*, Briart et Cornet.
» 14, 15. *Tellina multistriata*, Briart et Cornet.
» 16, 17. » *scutiformis*, Briart et Cornet.
» 18, 19, 20, 21. *Lucina pisum*, Sow.
» 22, 23. *Venus lucina*, Briart et Cornet.
» 24, 25. *Tellina inæqualis*, Sow.
» 26, 27, 28. *Cyprina angulata*, Sow.
» 29. *Solecurtus compressus*, Goldf. sp. (*Solen.*)

FIN.

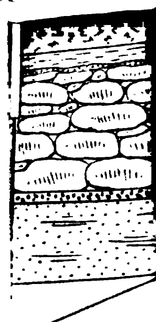
TABLE ALPHABÉTIQUE DES FOSSILES.

(Les noms en caractères *italiques* sont des synonymes.)

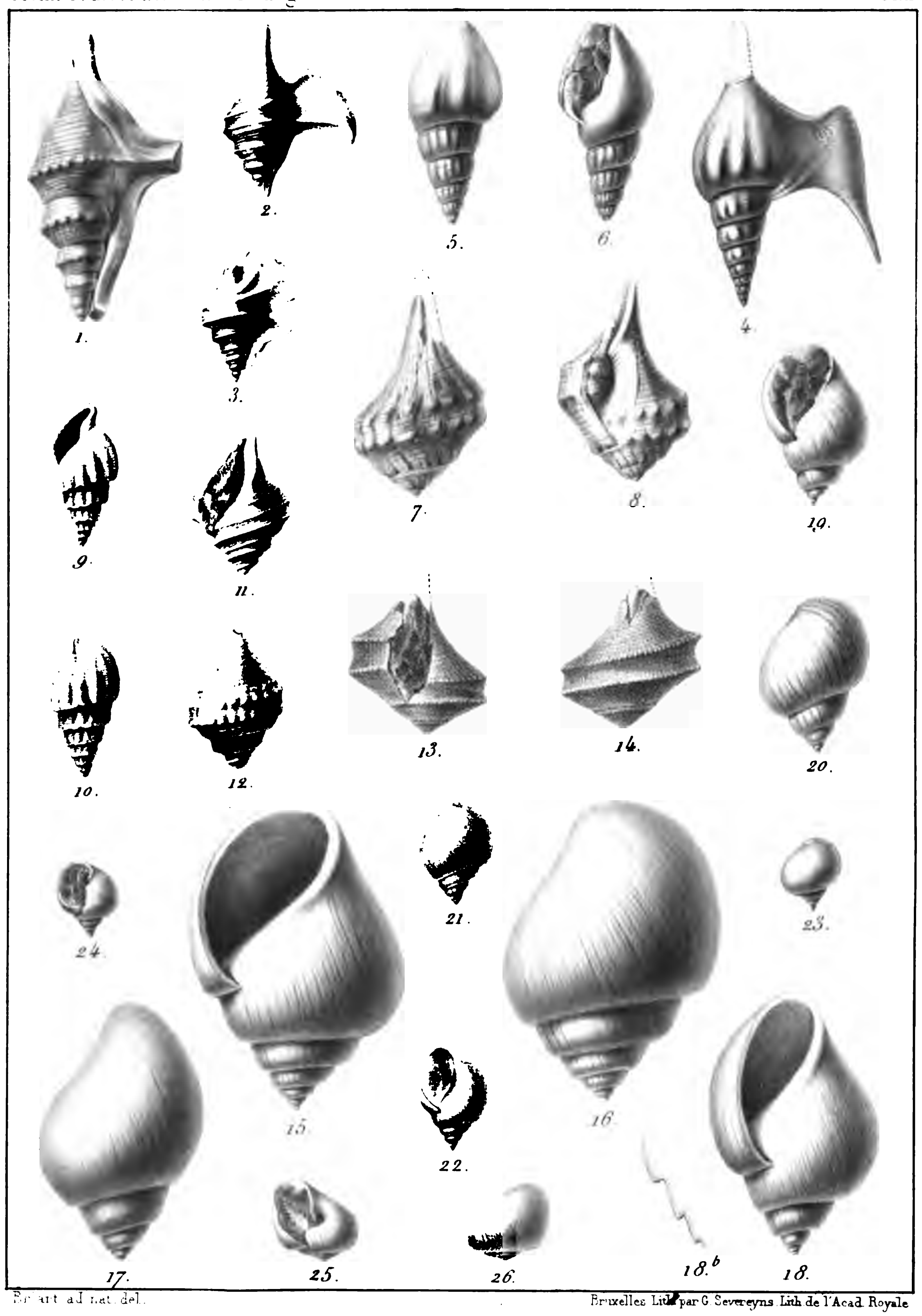


- - - - Not

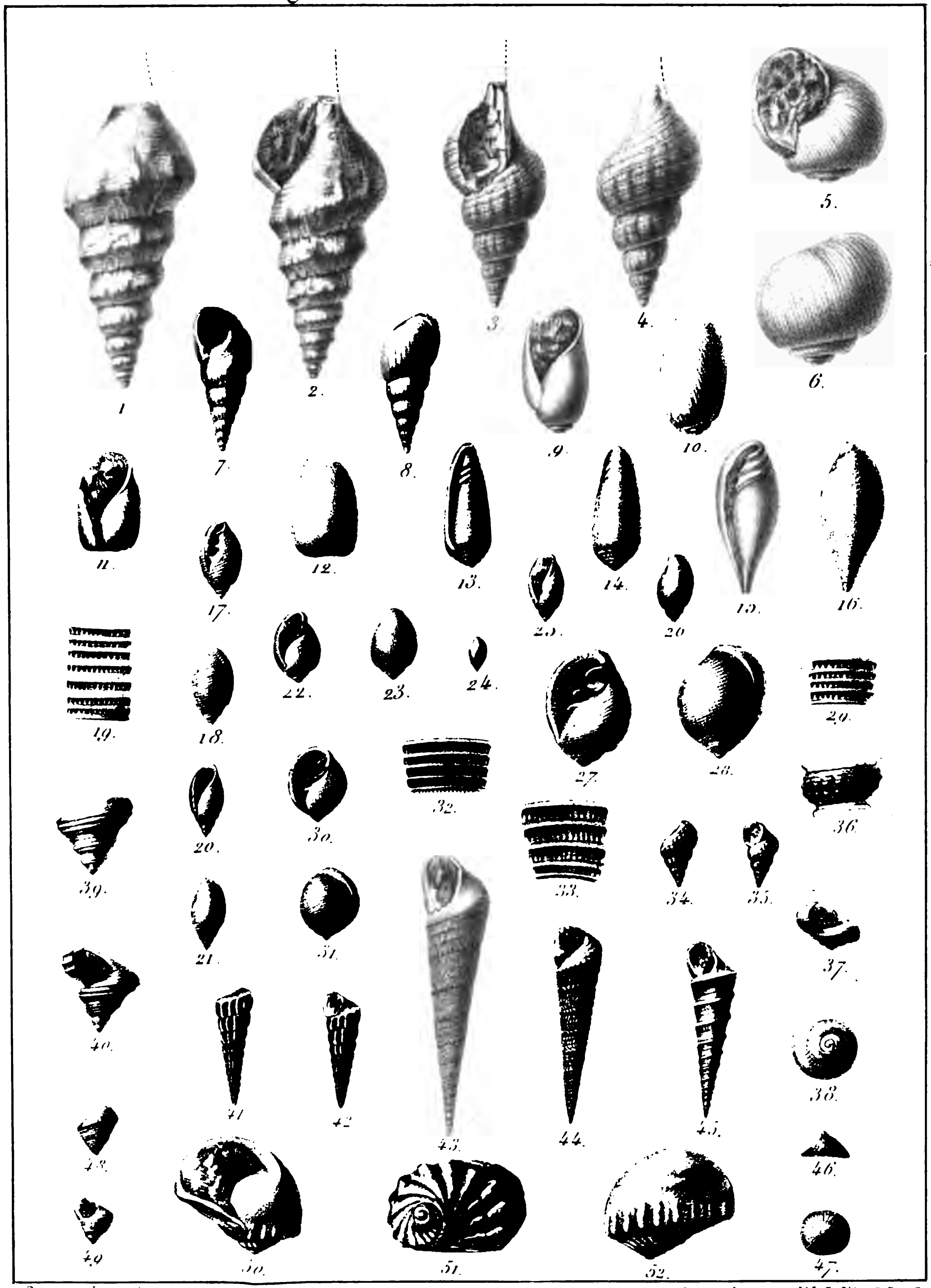
...ge N°5.



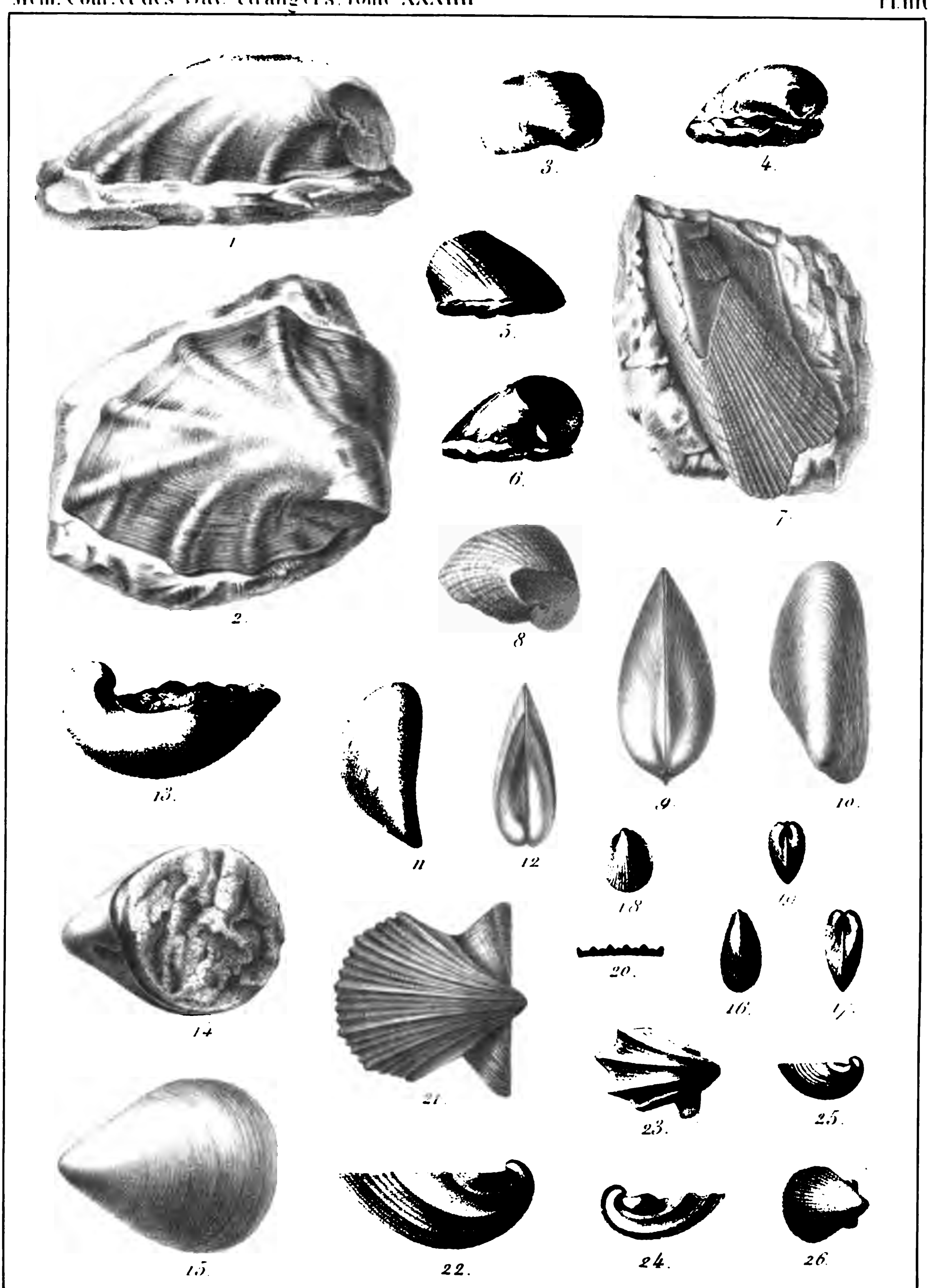
...s).
...eves).



Briart ad nat. del. Bruxelles Lith. par G. Severeyns. Lith. de l'Acad. Royale

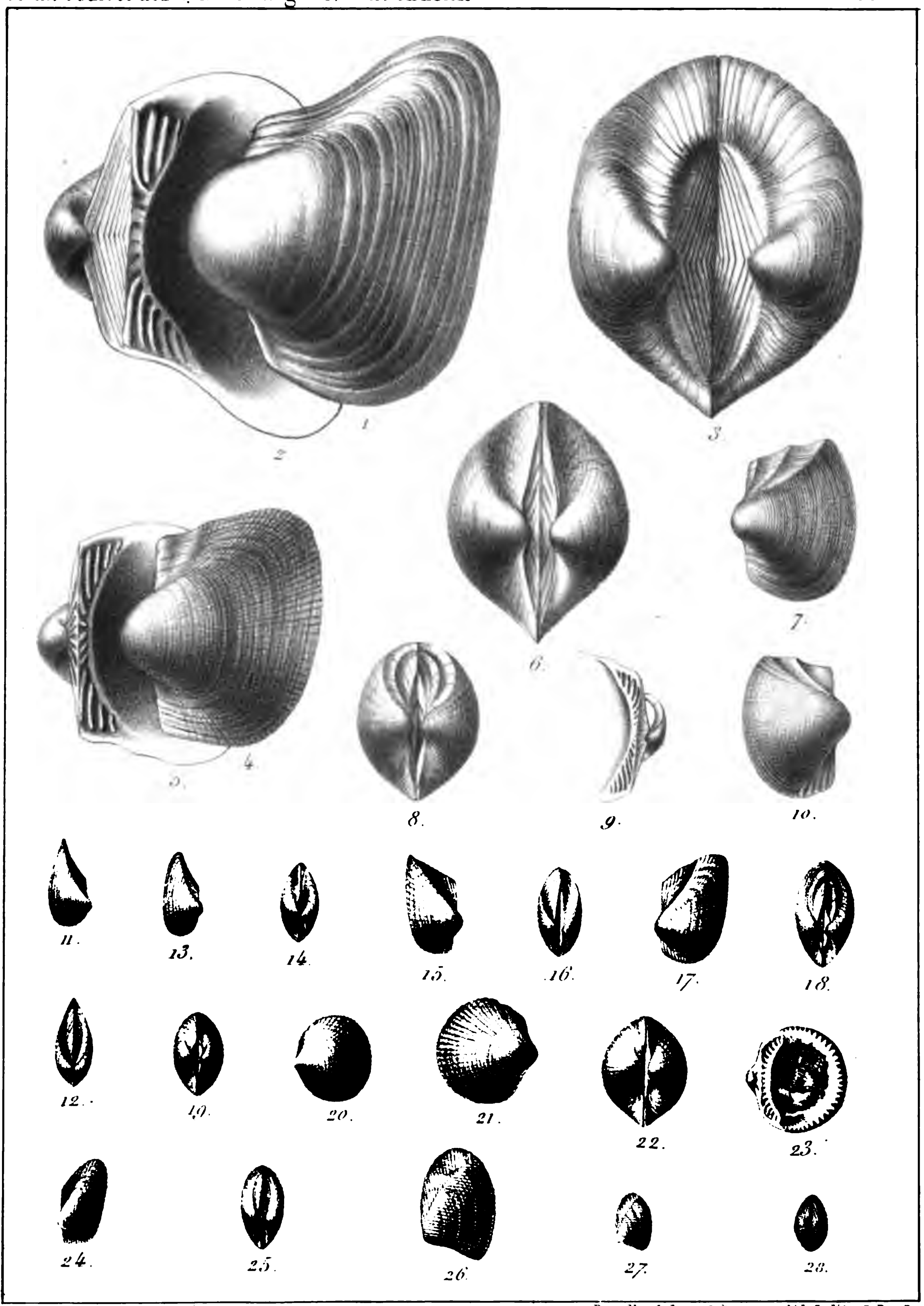


B... ad nat. del. Bruxelles Lith. par G. Severeyns Lith. de l'Acad. Royale



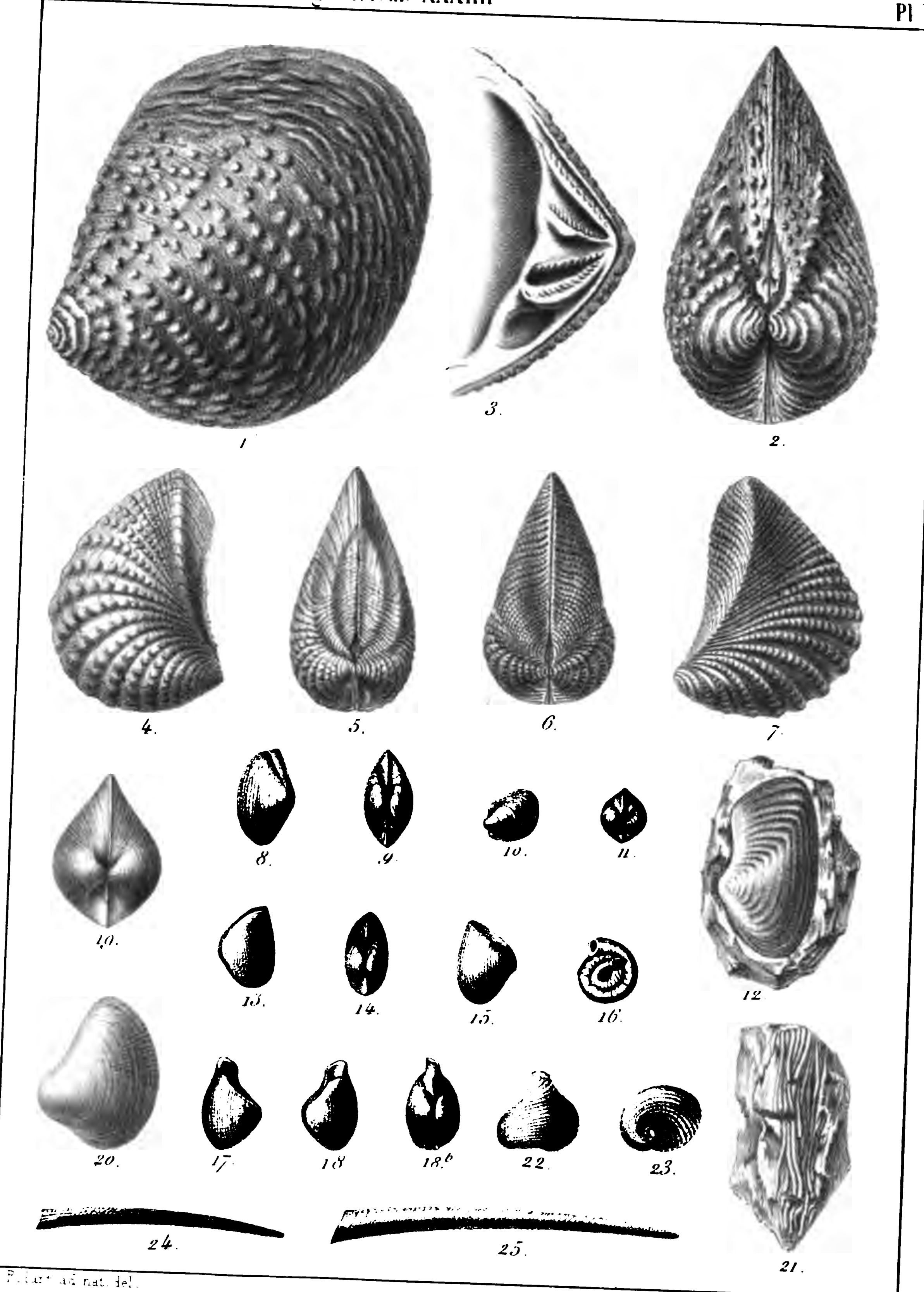
del.

Bruxelles Lith. par G. Severeyns Lith. de l'Acad. Royale



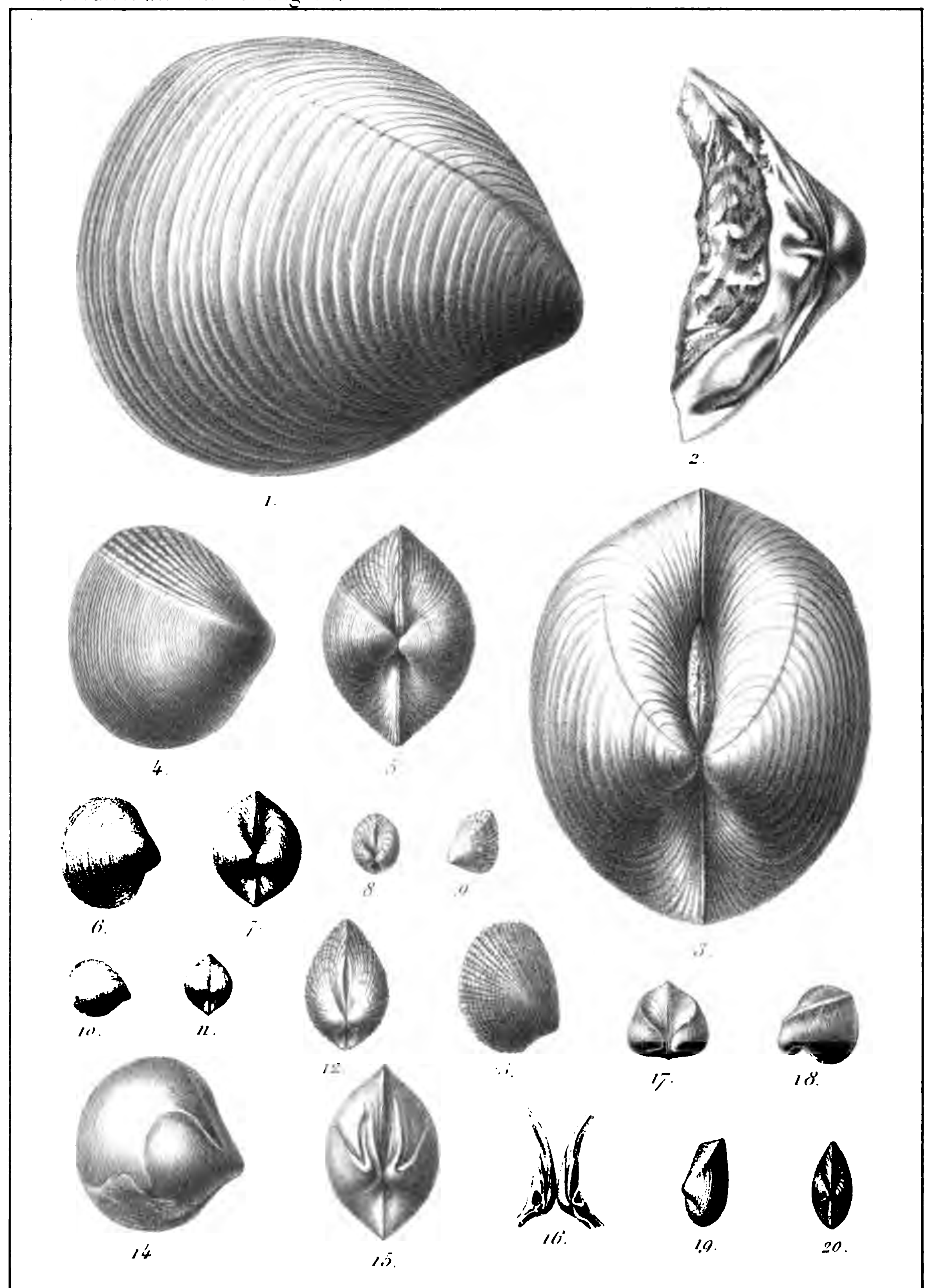
Briart à l nat del.

Bruxelles, Lith. par G. Severeyns Lith. de l'Acad. Royale



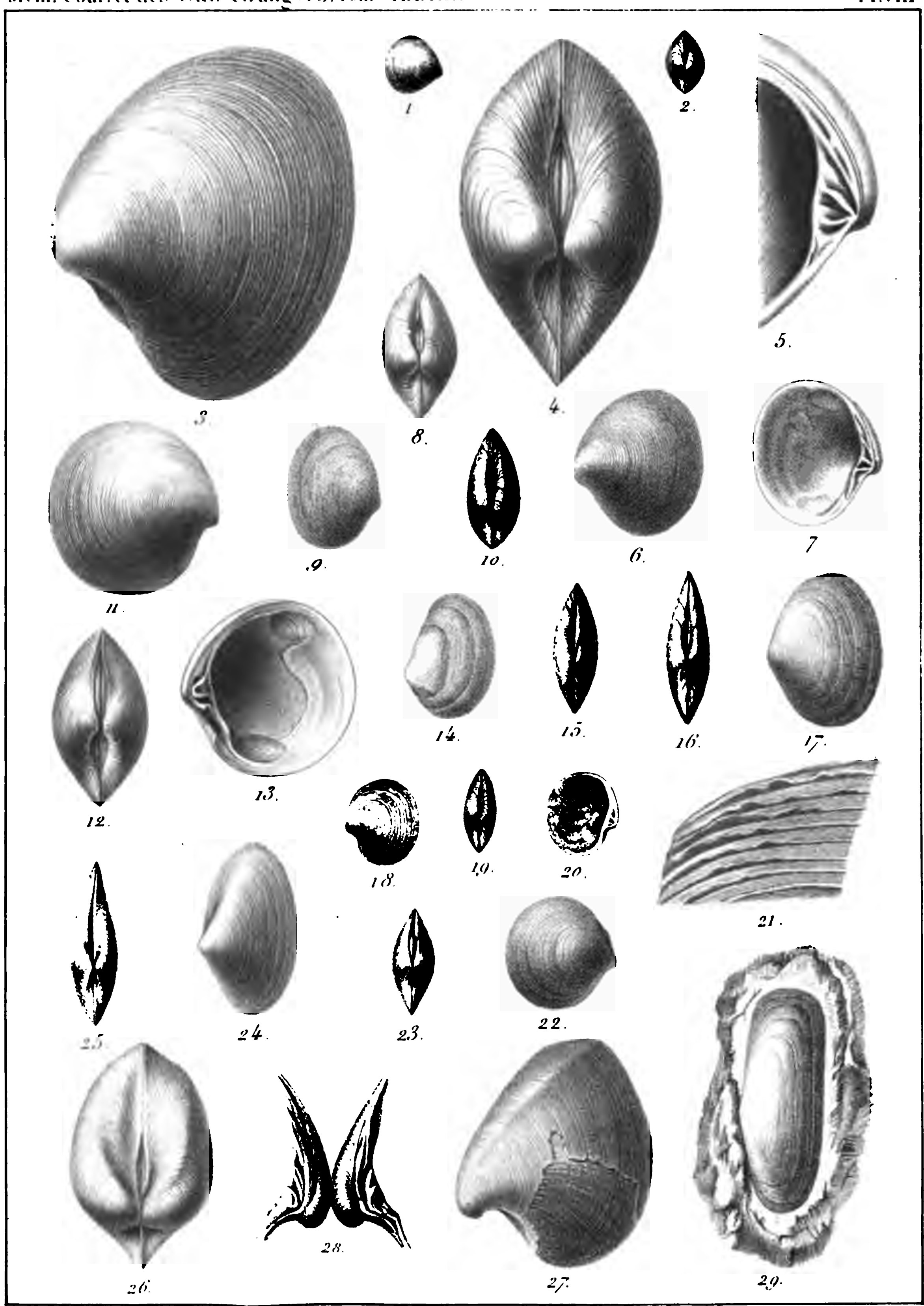
[illegible] ad nat. del.

Lith. par G. Severeyns Lith. de l'Acad. Royale



[illegible] ad nat. del.

Bruxelles Lith par G. Severeyns. Lith de l'Acad. Royale



Briart ad nat. del   Bruxelles Lith. par G. Severeyns Lith. de l'Acad. Royale

RECHERCHES

SUR

LES CRUSTACÉS D'EAU DOUCE

DE BELGIQUE,

PAR

FÉLIX PLATEAU,

DOCTEUR EN SCIENCES NATURELLES.

(Mémoire présenté à la classe des sciences le 9 novembre 1867.)

RECHERCHES

SUR LES

CRUSTACÉS D'EAU DOUCE DE BELGIQUE.

PREMIÈRE PARTIE.

Genres *GAMMARUS, LINCEUS* et *CYPRIS*.

La connaissance exacte de la faune indigène est beaucoup plus intéressante que l'amoncellement des richesses exotiques [1]. C'est en prenant ce principe pour guide que plusieurs naturalistes belges éminents ont étendu considérablement les bornes de la science : Ainsi M. de Selys-Longchamps a contribué beaucoup à faire connaître les vertébrés du pays et certains groupes d'insectes, tels que les lépidoptères et les libellulines; M. Wesmael a publié de nombreuses notices sur les orthoptères et les hyménoptères de Belgique ; d'Udekem a laissé des études intéressantes sur nos lombricins et nos infusoires; enfin, M. Van Beneden, par ses magnifiques travaux sur les vers, les crustacés et les polypes de notre littoral, a montré combien peut être féconde en beaux résultats la mise en pratique de la pensée que je citais plus haut.

Je suis loin de vouloir mettre mes recherches actuelles en parallèle avec

[1] M. de Selys-Longchamps, *Études de micromammalogie*, p. 4. Paris, 1839.

ces œuvres importantes; mais j'espère qu'on ne me blâmera pas de m'être engagé dans la même voie et de m'efforcer de suivre de loin ceux que j'ai pris pour modèles.

Depuis plusieurs années je me suis occupé assidûment des petits crustacés d'eau douce du pays; j'ai pu faire ainsi quelques observations nouvelles sur leur anatomie et leur physiologie, et réunir des données zoologiques exactes sur les espèces qui habitent nos rivières, nos ruisseaux, nos étangs, etc. Mon travail comprend donc des recherches anatomiques et physiologiques sur des genres spéciaux, et un relevé critique des espèces indigènes appartenant à ces genres.

Comme la partie anatomique et physiologique est celle que j'ai le plus développée, et comme il importe peu dès lors de suivre une classification quelconque dans l'exposé des résultats, j'ai réuni dans un premier mémoire les observations que j'ai faites sur les genres *Gammarus*, *Lynceus* et *Cypris*.

J'ai cru pouvoir m'abstenir de donner un résumé historique général des travaux antérieurs dont ces petits animaux ont fait l'objet, des résumés bien faits existant déjà dans plusieurs ouvrages et mémoires sur les crustacés.

J'ai fait suivre immédiatement l'étude de chaque genre de la liste des espèces de ce genre que j'ai rencontrées en Belgique. Dans la synonymie que je donne pour chaque espèce, je me suis borné à l'auteur qui avait attribué à l'animal le nom définitivement adopté, et aux ouvrages dans lesquels on rencontre une figure bonne, ou au moins passable; j'imite en cela la disposition employée par M. Van Beneden, dans son beau mémoire *Sur les crustacés du littoral belge*, et je crois bien faire; car, en zoologie, une bonne figure vaut une vingtaine de descriptions.

Je ne suis revenu sur les caractères spécifiques que dans les cas où ils n'avaient été indiqués que d'une manière fautive ou incomplète; enfin, j'ai indiqué sommairement les localités où j'ai rencontré les différentes espèces, ces données devant me servir, dans un autre travail, à l'exposé de quelques considérations sur la distribution géographique des crustacés d'eau douce en Belgique.

Genre *GAMMARUS*.

§ I. — Nous avons en Belgique trois espèces du genre *Gammarus :* le *G. pulex,* Latr.; le *G. Roeselii,* Gervais; le *G. puteanus,* Koch. La troisième est la plus intéressante à étudier à cause de sa rareté relative, et surtout de cette singularité qui lui est propre d'habiter les nappes d'eau souterraines; je m'en occuperai exclusivement dans ce paragraphe.

Koch, MM. Troschel et Snellen Van Vollenhoven regardent le *G. puteanus* comme une espèce bien distincte, caractérisée par M. Troschel de la manière suivante : « Très-petits aiguillons sur les trois premiers anneaux de l'abdomen, les suivants étant privés de faisceaux de soies, pas d'yeux, couleur blanche, vit dans les nappes souterraines........., se rencontre dans les puits [1]. »

M. Gervais [2] s'exprime ainsi : « On trouve aussi dans les environs de Paris, mais seulement dans l'eau de puits, une troisième sorte de crevette, remarquable par la petitesse de sa taille, qui ne dépasse pas, en effet, trois à quatre millimètres; cette crevette, que nous considérons comme une véritable variété de séjour, est constamment étiolée, et ses yeux, au lieu d'être noirs comme chez les précédentes (*G. pulex* et *G. Roeselii*), sont tout à fait sans *pigmentum* et non apparents. Nous la nommerons *Gammarus pulex-minutus,* parce que c'est en effet à l'espèce sans épines qu'elle appartient. »

M. Gervais, qui a donné ensuite à ce *Gammarus* le nom de *G. lacteus* dans la *Zoologie médicale* [3], publiée en collaboration avec M. Van Beneden, lui refuse donc la qualité d'espèce. J'ai eu occasion d'étudier un grand nombre de ces crustacés, que l'on rençontre abondamment dans un des puits du Jardin botanique de Gand. Voici le résultat de mes observations :

J'ai pu aisément m'assurer que tous les individus ont, comme l'a dit M. Troschel, les trois premiers anneaux de l'abdomen garnis de très-petites épines à leur bord postérieur. Le *G. puteanus* ne serait donc ni une variété

[1] *Handbuch der Zoologie*, p. 473.

[2] *Note sur deux espèces de crevettes qui vivent aux environs de Paris.* (Ann. des sciences nat., seconde sér., t. IV, p. 128; 1835.

[3] Tome I, p. 488. Paris, 1859.

du *G. pulex*, comme le veut M. Gervais, l'abdomen de cette dernière espèce étant lisse, ni une variété du *G. Roeselii*, chez lequel ce ne sont pas les premiers, mais les trois derniers anneaux de l'abdomen qui sont épineux. Quant à la taille de cet amphipode, elle atteint et dépasse même souvent un centimètre chez les espèces adultes. Ces quelques considérations me portent à supposer que M. Gervais a peut-être trouvé une quatrième espèce distincte du *G. puteanus* de Koch.

M. Troschel se trompe en avançant que le *G. puteanus* n'a pas d'yeux; les yeux existent, mais privés de pigment, comme ceux du *G. pulex-minutus* de M. Gervais; une expérience dont je parlerai plus loin montre même que ces organes servent bien réellement à la perception de la lumière.

Le *G. puteanus* étant, comme je l'ai déjà dit, fort peu connu, à tel point que beaucoup d'auteurs ne le citent pas dans leurs ouvrages, je crois utile d'en donner une description détaillée. J'ai figuré (fig. 1) l'extrémité postérieure du corps, le seul dessin que je connaisse de l'animal, et qui est donné par Panzer [1], étant très-défectueux et ne montrant pas les épines de la queue :

Pénultième article du pédoncule des antennes supérieures n'atteignant pas l'extrémité du pédoncule des inférieures, mains très-piriformes à crochets ou articles terminaux très-développés, yeux triangulaires à angles arrondis, petits, privés de pigment, mandibules fortement colorées en brun, lamelles branchiales de la base des pattes ambulatoires très-développées, petites épines sur le bord dorsal des trois premiers anneaux de l'abdomen, appendices terminaux de l'abdomen plus longs que dans les autres espèces d'eau douce, couleur générale du corps blanchâtre, taille des individus adultes 1 centimètre à 1c,5.

La grande transparence du corps de ces petits animaux, sans égaler celle des daphnies, permet d'observer directement la plupart des détails de leur structure intérieure. Ainsi, dans la tête, on distingue aisément le ganglion nerveux sus-œsophagien et les gros troncs qu'il envoie aux antennes; à la région dorsale du corps on voit battre le vaisseau dorsal, il présente un léger

[1] *Faunae insectorum Germanicae initia*, fascicule 158, fig. 2, et fascicule 186, fig. 22. Édit. de 1798.

renflement à la hauteur de chacun des anneaux du corps, et fait de 165 à 170 pulsations par minute; on peut suivre le tube digestif sur tout son trajet, etc.

J'ai fait quelques expériences sur la vision du *G. puteanus;* on pouvait, en effet, se poser la question suivante : Ces crustacés, habitant les puits, n'ayant par conséquent pas besoin de voir et n'offrant, de plus, que des yeux en apparence rudimentaires, puisqu'ils sont privés de pigment, ont-ils des organes visuels sensibles?

Il était évident que si leurs yeux possédaient une sensibilité égale à celle des yeux de la majeure partie des animaux, la lumière devait les gêner considérablement, comme elle gêne les animaux nocturnes, et que les *Gammarus* devaient la fuir, chaque fois que cela leur était possible.

Pour m'assurer du fait, j'ai rempli, à moitié d'eau, une longue éprouvette cylindrique contenant quelques *G. puteanus* vivants. Après avoir fermé l'orifice de l'éprouvette, à l'aide d'un bouchon, j'ai couché celle-ci sur l'appui d'une fenêtre; un manchon en papier noir entourait l'éprouvette sur le tiers de sa longueur environ.

Lorsque j'opérais à la simple lumière diffuse, les crevettes se tenaient toujours de préférence dans la portion de l'éprouvette rendue obscure par le manchon, et lorsque je déplaçais celui-ci, elles finissaient toujours, après quelque hésitation, par aller s'y blottir de nouveau; mais il leur arrivait aussi de le quitter volontairement pour chercher une issue et s'échapper, ce qui prouvait que la lumière diffuse ne leur était pas désagréable. Il en était autrement quand j'opérais au soleil; dans ce cas, les crevettes ne quittaient plus la portion obscure, et, lorsque je déplaçais le manchon, elles le regagnaient en toute hâte.

J'ajouterai que les individus que je conserve vivants depuis longtemps fuient la lumière, même la lumière diffuse de l'intérieur des appartements, en se tenant cachés, pendant le jour, sous la petite couche de vase et de détritus qui garnit le fond du bocal.

On peut déduire de ce qui précède, que les yeux du *G. puteanus* perçoivent la lumière et présentent même, à cet égard, une sensibilité assez considérable; je n'oserais supposer qu'ils voient dans le sens propre du

mot, l'absence de pigment indiquant un état trop rudimentaire de l'appareil.

Cette espèce doit être très-carnassière; lorsque les individus que je nourris se trouvaient dans un bocal où l'on avait mis des aselles, les crevettes réussissaient à tuer ces crustacés, beaucoup plus grands qu'elles, en les attaquant par la face ventrale, et leur dévoraient ensuite les viscères.

§ II. — Gammarus rencontrés en Belgique.

1. Gammarus pulex. *Latreille* [1].

Gammarus pulex. Latreille, *Hist. natur. des insectes et des crust.*, I, 6, p. 316, pl. 57, fig. 1.
— — Desmarest, *Considérations*, etc., pl. 45, fig. 8.

Cette espèce est très-commune dans les ruisseaux des provinces de Liége et de Namur; dans les Flandres elle est plus rare, je ne l'ai rencontrée dans cette partie du pays qu'à Dickelvenne, près de Gavre. Toujours dans les eaux courantes.

Outre les caractères signalés par M. Milne-Edwards, comme distinguant cette espèce de la suivante, et consistant en une brièveté plus grande du pédoncule des antennes supérieures, et en l'absence d'épines sur les anneaux de l'abdomen, je crois pouvoir en signaler un troisième, tiré de la taille, celle-ci atteignant un développement notablement plus considérable dans le *G. pulex* que dans le *G. Roeselii.*

2. Gammarus Roeselii. *Gervais.*

Gammarus Roeselii. Gervais, *Ann. des sc. nat.*, seconde sér., t. IV, p. 128; 1835.
De kleine garnaal [2]. Roesel, *Nat. Hist. der Ins.*, t. VI, p. 303, pl. 62.
Squilla pulex. De Geer, *Mém. pour servir à l'hist. des ins.*, t. VII, p. 525, pl. 33, fig. 1 à 10.

Aussi commune que la précédente; habite les mêmes localités dans les parties montueuses du pays; dans les Flandres elle est rare, je ne l'ai ren-

[1] Latreille, et non pas Fabricius comme l'indique M. Gervais; Fabricius ayant décrit le nom de *Pulex*, le *G. locusta* (Leach). En effet, voici ce qu'il en dit (*Entomologiae*, t. II, p. 516): *Habitat ad maris littora, frequentissimus, saliens, retia destruens......*

Dans les synonymies on cite souvent Geoffroy, mais sous le nom de *Pulex*; cet auteur décrit le *G. Roeselii*, sa planche en fait foi; elle n'est qu'une copie exacte de celle de Roesel.

[2] *Kleine garnaal* dans le texte, et fautivement *Astacus fluviatilis* sur la planche. Presque tous les auteurs ont reproduit cette erreur; Roesel la rectifie cependant lui-même.



contrée qu'à Schouwbroek, près de Gand, dans le lit de la petite Lieve. Cette espèce vit également dans les eaux presque stagnantes des polders hollandais; c'est ainsi que je l'ai prise, près d'Axel, en Zélande.

3. **Gammarus puteanus.** *Koch.*

Gammarus puteanus.		Koch, *Panzer. Faun. Insect.*, fascicule 138, n° 2, et fascicule 186, n° 22 [1].
—	**pulex-minutus?**	Gervais, *Ann. des sc. nat.*, seconde sér., t. IV, p. 128; 1835.
—	**lacteus?**	Gervais et Van Beneden, *Zool. méd.*, t. I, p. 488.

Cette petite espèce semble assez rare dans le pays; je l'ai rencontrée dans un puits du Jardin botanique de Gand. D'après M. le professeur Bellynck, elle a été trouvée à Namur il y a quelques années.

Genre *LYNCEUS*.

§ III. — O.-F. Müller et Jurine se sont occupés des lyncées, mais nous ont laissé fort peu de détails anatomiques sur ces animaux; Straus d'Urkheim, malgré le talent d'observation dont il a fait preuve dans son remarquable travail sur l'organisation des daphnies, n'a pas étendu ses recherches aux lyncées, et avoue lui-même avoir été rebuté par leur petitesse; la seule notice récente que l'on possède est due à M. W. Zenker, mais elle ne porte que sur les organes génitaux. Malgré l'insuffisance de ces matériaux, on pouvait déjà en conclure que les espèces du genre *Lynceus* devaient présenter une structure très-analogue à celle du genre *Daphnia;* j'ai voulu chercher jusqu'où cette analogie existait, et quelles étaient les différences.

Si l'on ne prenait pour sujet d'observation que le type du genre le *Lynceus sphaericus,* on serait, comme Straus, souvent embarrassé par la petite taille de l'animal; mais on peut avoir l'occasion, et je me suis heureusement trouvé dans ce cas, d'examiner des espèces plus grandes, comme le *L. quadrangularis* et le *L. lamellatus,* qui atteignent presque la taille des daphnies; l'étude de ces espèces aide à mieux discerner ce qui existe chez les autres.

[1] La figure de Panzer est fautive, surtout en ce qu'elle ne montre nullement les épines de la région dorsale des trois premiers anneaux de l'abdomen.



Je vais donc tâcher de résumer, dans les pages suivantes, le résultat de mes recherches sur les lyncées. Pour plus de facilité, je diviserai la matière d'après les fonctions des organes à décrire.

1. *Système tégumentaire.* - Il ne diffère pas sensiblement de celui des daphnies. Les valves sont plus largement ouvertes en avant et en arrière, et offrent, sauf chez le *L. sphaericus*, une rangée de dents ou même de soies raides à leur bord inférieur; les dents sont quelquefois très-longues comme chez le *L. truncatus* (fig. 8 et 11). Lorsqu'il y a chez les daphnies des dessins en relief à la surface des valves, ils affectent toujours l'aspect d'un treillis composé de petites saillies circonscrivant des carrés ou des hexagones; chez les lyncées, on ne rencontre jamais que des côtes, en apparence élevées, rectilignes ou courbes, régnant souvent d'une extrémité à l'autre des valves; ces côtes s'effacent ordinairement après la mort de l'animal; je crois qu'elles sont dues à un soulèvement partiel de la membrane interne des valves qui serait détaché en ces points de la couche chitineuse proprement dite pour former des canalicules.

Les valves des lyncées ne sont pas réunies sur le dos par une charnière, comme chez les cypris, par exemple, mais par une simple suture. Il n'y a même, pour ainsi dire, aucune ligne de démarcation tranchée; c'est comme si le test était d'une seule pièce pliée à la région dorsale.

On sait combien la tête des lyncées est considérable par rapport au reste du corps, et l'on connaît le prolongement postérieur et supérieur qu'elle présente; mais ce qu'on n'a pas encore signalé, c'est un développement exceptionnel du bord inférieur du rostre, qui unit la base du bec aux valves en recouvrant ainsi l'origine des grandes antennes; celles-ci ne naissent donc plus sur les côtés de la tête, comme chez les daphnies, mais à sa partie inférieure (fig. 4).

Si maintenant on passe à l'examen du corps proprement dit, renfermé entre les valves, on voit que ce dernier offre, à l'instar de celui des daphnies, une série d'anneaux successifs; mais qui, au lieu d'être d'égale longueur, vont en augmentant; je n'ai pu bien observer ces anneaux que chez le *L. lamellatus;* je n'en ai compté que sept, tandis que les daphnies, au moins la *D. pulex*, en présentent huit. La dernière moitié de l'abdomen, ou la queue,

offre toujours un diamètre et une longueur si considérables, qu'elle semble en disproportion avec le reste de l'animal; elle est formée de deux articles; jamais elle ne présente, à son bord postérieur convexe, ces mamelons coniques sur lesquels Straus a appelé l'attention chez les daphnies, et qui ferment postérieurement la cavité incubatrice dorsale.

Les dents qui garnissent le bord inférieur du dernier article de la queue sont longues et nombreuses; deux muscles considérables, que Straus n'a pas décrits chez les daphnies, s'insèrent, l'un au sommet, l'autre un peu plus en arrière, à cet article terminal; ces muscles, très-longs, ont leur point d'attache à la face interne de la lame dorsale de l'avant-dernier anneau de l'abdomen, et font basculer l'article terminal de la queue autour de son articulation sur l'article précédent; celui qui s'insère au sommet est fléchisseur, le postérieur est extenseur (fig. 7). Enfin, la queue se termine par trois crochets onguliformes, dont deux grands et un troisième court.

Généralement, le système tégumentaire des lyncées offre une épaisseur et une coloration beaucoup plus considérables que celui des daphnies, ce qui augmente notablement la difficulté qu'on éprouve à discerner le rapport des organes internes entre eux; les organes séparés s'étudient assez aisément en déchirant l'animal à l'aide d'aiguilles.

2. *Organes des sens.* — Straus n'avait réussi à voir que fort peu de chose du système nerveux des daphnies; je n'ai rien pu distinguer de net chez les lyncées, je passerai donc directement à la description de l'œil et des antennes.

L'œil proprement dit de ces animaux a exactement la même composition que celui des daphnies; on s'en assure facilement, soit en examinant celui des grandes espèces, comme le *L. lamellatus*, soit en employant de forts grossissements pour les plus petites. Cet œil, composé des cladocères, est assez bien connu depuis les travaux de Straus et de Jurine; il comprend une enveloppe commune extérieure très-mince et une série de corps réfringents cunéiformes enfouis partiellement dans une masse pigmentaire considérable. Ces corps réfringents, qui ne sont, comme le dit M. Leydig [1],

[1] *Traité d'histologie comparée*, traduit par Lahillonne, p. 292.

« qu'une portion épaissie du squelette cutané chitinisé, » jouent donc à la fois le rôle de cornées et de cristallins; or, leur face extérieure étant aplatie et leur côté interne très-convexe, leur forme confirme entièrement ce que j'ai dit de l'œil des articulés aquatiques dans mon *Mémoire sur la vision des poissons et des amphibies* [1]. J'ai montré, en effet, dans ce travail, que l'organe visuel des animaux qui vivent sous l'eau *doit* nécessairement offrir une cornée aplatie et un cristallin très-convexe.

On a eu le tort, très-regrettable suivant moi, de répéter partout dans les traités de zoologie et d'anatomie comparée, que l'appareil visuel des daphnies et des lyncées était formé d'un œil composé unique. Il semble en être effectivement ainsi au premier abord, et de là le nom de *Monocles* qu'on a donné à ces animaux; cependant, il suffit d'un examen un peu attentif pour s'assurer qu'il y a deux yeux composés distincts se touchant, il est vrai, par leurs faces internes; mais, chez certaines espèces, la *D. sima*, par exemple, ce contact n'a plus lieu que sur un seul point, et les yeux sont réellement plus séparés que chez les sous-genres *Cypris* et *Cypria* parmi les cyproïdes, autre groupe des monocles de Jurine, pour lesquels M. Zenker a montré que l'œil, en apparence unique, était aussi réellement double [2].

J'ai fait une étude particulière du point noir ou de l'œil rudimentaire qui se trouve au-dessous de l'œil véritable; on sait qu'il existe également chez les daphnies, mais qu'il y est beaucoup plus petit. Chez les lyncées, comme chez les daphnies, il apparait en même temps que l'œil véritable, et le point noir, comme l'œil, commence toujours par ne constituer qu'un amas de granulations rougeâtres; l'amas pigmentaire, qui doit former plus tard le point noir, reste en cet état en changeant de couleur et grandissant seulement un peu [3]; il en est autrement de la masse de pigment qui doit constituer l'œil ou les yeux proprement dits.

[1] *Mém. couronnés et Mém. des savants étrangers publiés par l'Acad. royale de Belgique*, t. XXXIII.

[2] *Anatomisch-systematische Studien über die Krebsthiere.* Berlin, 1854, pp. 24 et 61.

[3] Voici ce que dit M. Leydig (*Traité d'histologie comparée*, traduit par Lahillonne, p. 285) : « Tout ce que l'on sait, au point de vue histologique, sur les taches oculaires de plusieurs invertébrés, c'est qu'elles sont des amas de pigment situés sur les centres nerveux ou à l'extrémité des nerfs. Il en est ainsi pour les taches oculaires de quelques vers, pour les points

Bathke [1] admettait que, chez les daphnoïdes, cette masse de pigment était d'abord formée de deux moitiés distinctes, de deux points oculaires séparés qui s'accolaient ensuite; or, tel n'est pas le résultat de mes observations; je sais qu'en en rendant compte, je vais heurter des idées reçues depuis longtemps, mais je n'hésite pas cependant à rapporter les faits dont j'ai été témoin et qui pourront peut-être jeter un jour nouveau sur la question.

Dès que les formes extérieures de l'embryon commencent à se dessiner, c'est-à-dire dès que la tête se sépare par un rétrécissement du reste du corps, on aperçoit, au milieu de celle-ci, un volumineux amas de granulations pigmentaires; ces granulations sont rouges et plus condensées vers le milieu de la masse, de façon à constituer une sorte de noyau vaguement limité sur ses bords. Bientôt le noyau se sépare en deux masses latérales, et l'amas de pigment s'étrangle en avant et en arrière; la séparation s'approfondit, et, finalement, il en résulte deux groupes de granulations largement séparés, dont les surfaces extérieures, légèrement convexes, sont encore un peu irrégulières, et dont les surfaces en regard sont presque planes. Le tout est entouré d'une matière granuleuse, incolore et transparente, formant une sphère complète dans laquelle sont enchâssés les deux yeux rudimentaires qui, par leur développement ultérieur, finiront par se toucher sur une étendue plus ou moins grande (fig. 3). Ce qui a pu induire Bathke en erreur, c'est que si l'on n'observe les embryons que lorsque leurs formes sont déjà nettes, on trouve toujours la masse pigmentaire divisée en deux.

Si, en se servant d'un grossissement microscopique suffisant, de 100 par exemple, on observe simultanément l'œil véritable et le point noir d'un lyncée adulte, on constate que, tandis que l'œil peut exécuter des mouvements de rotation assez considérables, le point noir reste toujours immobile; que l'œil montre nettement des muscles moteurs et le point noir jamais; enfin, si l'on emploie l'acide acétique pour augmenter la transparence, on constate que le point noir est uniquement formé de granulations pigmentaires brunes; sa forme est même variable d'une espèce à une autre.

oculaires des échinodermes, et *peut-être aussi* pour la tache impaire placée immédiatement au-dessus du cerveau dans quelques rotateurs et crustacés (*lynceus*, *daphnia*, *argulus*, *artemia*, etc.) »

[1] Dans Burdach, *Traité de physiologie*, traduit par Jourdan, t. III, p. 127.

Je décrirai ici les antennes en les assimilant aux organes du toucher des insectes; c'est, du reste, probablement le rôle de la paire antérieure, la paire postérieure étant plutôt organe locomoteur, comme chez les daphnies.

La première paire d'antennes, qui est si rudimentaire chez la plupart des daphnies femelles, excepté chez la *D. brachiata*, prend chez les mâles de ces animaux un développement considérable; il en est de même chez les lyncées, les petites antennes des femelles sont presque invisibles, celles des mâles, au contraire, dépassent de beaucoup la pointe du bec; je donnerai donc la description des antennes de la première paire d'après les mâles; cette première paire, qu'il faut se garder de confondre avec les palpes, naît à la base du rostre, sous le prolongement lamelleux qui unit celui-ci aux valves. Chaque antenne est simple, c'est-à-dire non bifurquée comme celles de la seconde paire, et composée de quatre articles dont le basilaire, le second et le troisième sont courts, le quatrième est assez long et affecte des formes différentes suivant les espèces; chez le *L. trigonellus* il est renflé et plus ou moins fusiforme; chez le *L. lamellatus* il est cylindrique, tronqué à l'extrémité, et porte deux petites tiges délicates; jamais il n'est terminé que par quelques soies roides et courtes (fig. 2 *a*, et fig. 4 *a*.).

La seconde paire d'antennes ne diffère pas sensiblement de la correspondante des daphnies, cependant elle ne naît pas sur le côté extérieur de la tête, mais, comme la paire précédente, sous le prolongement latéral du bec; elles sont comparativement courtes; elles comprennent trois articles, dont le dernier, qui est double, offre trois articulations; les soies qui les garnissent sont rarement pennées ou plumeuses; je crois pouvoir affirmer que *L. lamellatus* seul les a de cette nature (fig. 4, *c*).

3. *Appareil digestif.* — La bouche occupe la même position que celles des daphnies, elle comprend probablement les mêmes pièces destinées à la mastication; je ne puis, du reste, rien avancer de général à cet égard, l'observation du labre et du mandibule étant très-difficile. Les mâchoires ont une forme particulière, du moins chez les *L. trigonellus* et *L. lamellatus* (fig. 2 *d*, et fig. 4 *d*) où leurs grandes dimensions m'ont permis de les isoler et de les examiner avec soin. Elles se composent d'une portion basilaire transparente, comme les autres parties chitineuses du corps des lyncées,

et d'une portion terminale, dirigée en arrière, plus dure et plus épaisse, que l'on peut comparer à la couronne d'une dent molaire; son extrémité est tronquée et munie d'un cercle de petites aspérités coniques. La face interne de la portion dure porte, environ en son milieu, une lamelle saillante, semi-lunaire, dentelée sur son bord libre.

On rencontre en outre, dans le voisinage de l'orifice buccal, une paire de palpes signalée déjà par Müller [1] chez les lyncées, mais que Straus n'a pas observée chez les daphnies; je n'ai jamais non plus réussi à la découvrir chez ces dernières.

Les palpes des lyncées sont situées immédiatement derrière les petites antennes; cette situation permet de supposer qu'elles sont une dépendance du labre. On les voit difficilement chez les petites espèces, mais chez les *L. lamellatus* et *L. quadrangularis* elles sont très-grandes et atteignent la longueur des antennes antérieures; leur forme est cylindrique, l'extrémité en est tronquée et porte trois petites soies roides (fig. 4 *b*). J'ai pu m'assurer chez le *L. trigonellus* où ils sont exceptionnellement coniques, que ces palpes se composent d'un article basilaire très-large et de trois articles terminaux (fig. 2 *b*).

Le tube digestif (fig. 19) s'éloigne assez considérablement de celui des daphnies : l'œsophage est court, il y fait suite à un renflement prononcé que Straus [2] nommait à tort estomac chez les daphnies; je n'ai pas réussi à voir de cœcums glandulaires, à l'origine de cette partie, chez les petites espèces, mais chez le *L. lamellatus* j'ai découvert, vers le haut, un *diverticulum* sphérique qui en tient probablement lieu. A la suite du premier renflement vient une vaste poche allongée dont la *Tunica propria* est tapissée par une couche abondante de cellules secrétoires très-petites; cette poche me paraît être l'estomac proprement dit. Au delà de l'estomac le tube digestif devient étroit et prend l'aspect d'un véritable intestin grêle; ses parois sont privées de cellules secrétoires, et sa terminaison un peu élargie, qu'à la rigueur on pourrait assimiler à un gros intestin, offre des renflements et des étranglements analogues à ceux du colon de l'homme et des mammifères. Je crois

[1] *Entomostraca seu insecta testacea*, etc., p. 73.

[2] *Mémoire sur les daphnies.* (MÉM. DU MUSÉUM, t. V, pl. 29, fig. 6.)

être le premier à signaler cette structure un peu compliquée du tube digestif des lyncées.

L'intestin grêle fait, comme Müller et d'autres l'ont décrit depuis longtemps, une ou deux circonvolutions dans la partie postérieure du corps (deux chez le *L. sphæricus*, une seule chez les autres). Les figures que les auteurs ont données des lyncées, ou bien ne représentent pas le tube digestif, ou le représentent si mal qu'on serait persuadé, en les examinant, que les circonvolutions de l'intestin ont lieu dans le plan du corps de l'animal, tandis que c'est réellement l'inverse; elles décrivent une sorte d'hélice serrée dont les spires sont dans un plan perpendiculaire à celui du corps du lyncée; c'est même à cause de cela qu'on les distingue si difficilement.

4. *Appareil respiratoire.* — Je comprends sous ce titre les pattes proprement dites qui sont ici, comme chez les autres cladocères, transformées, en partie, en organes respiratoires.

Straus a supposé qu'il existait chez les lyncées un nombre différent de ces organes que chez les daphnies, chez lesquelles il en a compté cinq paires. Müller ne trouvait que quatre paires de pattes aux lyncées, mais il se méprenait sur la première paire qu'il considérait comme un cœur accessoire, ce qui ramène donc le nombre des paires comptées par lui à cinq. J'insiste sur ces particularités parce que c'est avec beaucoup de peine qu'on parvient à s'assurer du nombre exact et de la disposition relative des membres des lyncées; leur superposition, leur petitesse et la transparence de toutes leurs parties rendant ce dénombrement réellement difficile. Aussi, n'est-ce qu'après l'examen minutieux d'un nombre considérable d'individus appartenant à diverses espèces que j'ose entreprendre une description.

Les pattes des lyncées, toujours au nombre de dix (cinq paires), ont, comme celles des daphnies, un double rôle à remplir : celui d'organe respiratoire et celui d'organe de tourbillonnement; elles comprennent, par suite, des vésicules branchiales et des expansions digitées ou terminées par des soies. Chez les daphnies, tous les membres abdominaux se resssemblent, et, ainsi que je m'en suis assuré, tous effectuent à la fois les mêmes mouvements pour établir un courant aqueux entre les valves. Les pattes des lyncées, au contraire, ont, suivant la paire à laquelle elles appartiennent, des formes très-dissemblables et des fonctions spéciales.

Pour me faire bien comprendre, je décrirai les pattes du *L. lamellatus* adulte (fig. 5) : les pattes de la première paire font fortement saillie en dehors des valves, toujours largement ouvertes en avant : ce sont chez les lyncées des organes locomoteurs auxiliaires des rames ou grandes antennes; aussi ne portent-elles qu'une vésicule branchiale rudimentaire et leur troisième article est-il muni d'une grande lame dure en forme de disque, garnie de soies roides sur le bord (fig. 5 *a*). Une daphnie nage toujours par saccades comme une barque conduite à la rame; à cause de la brièveté de leurs antennes, et grâce à la modification utile subie par leurs pattes antérieures, la progression régulière des lyncées pourrait, au contraire, être comparée à celle d'une embarcation à vapeur. Ces pattes antérieures restent même toujours immobiles, alors que l'animal en repos fait mouvoir rapidement celles de toutes les autres paires dont les fonctions sont plus intimement liées à l'acte respiratoire.

Les quatre paires qu'il nous reste à passer en revue peuvent encore être réunies en deux groupes de deux paires chacun; les membres du premier sont presque exclusivement destinés à produire le courant aqueux respiratoire, comme l'indiquent le faible volume relatif de leurs vésicules et le grand développement de leurs soies dont quelques-unes, de deux articles, sont pectinées (fig. 5 *b* et *c*).

Les pattes des deux dernières paires sont, pour ainsi dire, les seuls organes respiratoires proprement dits; elles sont constituées en effet par une vésicule lenticulaire énorme garnie postérieurement de lanières transparentes, et les appendices en forme de soies roides, que portent les membres précédents, ne sont plus représentés dans ces pattes postérieures (les dernières surtout) que par des prolongements rudimentaires (fig. 5 *d* et *e*).

Straus considérait les expansions lamelleuses, munies de soies roides, des pattes des daphnies comme les branchies, en se méprenant sur le rôle des vésicules ou ampoules qui garnissent le deuxième article. Je n'ai plus à discuter ici ce point de physiologie, tous les auteurs actuels considérant, avec raison, les ampoules comme le siége de l'hématose du sang; mais je ferai remarquer que la constitution spéciale des membres des lyncées apporte une preuve de plus à cette interprétation.

Les mouvements qu'effectuent les lyncées dans l'acte respiratoire sont assez curieux et très-faciles à observer, à l'aide d'un grossissement faible, lorsque l'animal est plongé dans une couche d'eau assez épaisse pour s'y trouver à l'aise; comme je l'ai signalé tout à l'heure, la première paire de pattes reste immobile; la seconde et la troisième, organes actifs du tourbillonnement, exécutent des mouvements oscillatoires rapides d'avant en arrière; les pattes vésiculiformes des deux paires postérieures, exclusivement respiratoires, n'oscillent pas; mais, recevant à chaque systole du cœur une ondée sanguine considérable qui les gonfle, elles s'élèvent et s'abaissent d'une manière rhythmique.

Ainsi que je l'ai déjà dit, Müller regardait la première paire de pattes des lyncées comme un cœur ventral à cause des pulsations qu'il y avait observées et dont j'ai également constaté la présence chez les grandes espèces; ces pulsations sont simplement dues au courant sanguin branchial; ce courant n'y est pas considérable, mais se voit facilement par suite de la position même des membres en question.

5. *Appareil circulatoire.* — Le cœur, situé un peu en arrière du prolongement postérieur et supérieur de la tête, est conséquemment bien plus reporté vers le milieu de la longueur du corps que chez les daphnies, mais non que chez les daphnies qui viennent de naître, où je lui ai vu occuper la même position.

Le cœur est séparé par un étranglement faible qui le divise en deux parties à peu près égales; la postérieure pourrait être nommée oreillette et l'antérieure ventricule. Cette division du cœur avait déjà été signalée par Schaeffer chez les daphnies; Straus ne l'admet pas [1], mais Gruithuisen [2] l'a démontrée positivement dans un mémoire très-intéressant sur la circulation de la *D. sima*.

Ni Straus ni Gruithuisen ne décrivent de sinus veineux ou de poche autour du cœur des daphnies; la présence de cette enveloppe passive du cœur chez les crustacés des groupes plus élevés permettait de supposer son

[1] *Mém. sur les daphnies* (Mém. du muséum, t. V), p. 413.

[2] *Ueber die Daphnia sima und ihren Blutkreislauf* (Nov. act. Acad. nat. curios., t. XIV, 1re part.), pp. 397 et suiv.

existence chez les daphnies et les lyncées. M. Leydig n'entre dans aucun détail à cet égard; il considère cette poche comme un péricarde modifié [1]. Je n'ai pas pu voir nettement ce sinus veineux chez les lyncées adultes, à cause de l'épaisseur des téguments, mais j'ai pu l'observer très-convenablement, à l'aide d'un grossissement de 100 environ, chez des embryons très-développés de *L. lamellatus :* c'est un véritable sac dans lequel le cœur flotte en quelque sorte en n'en touchant les parois qu'à son extrémité antérieure; l'extrémité postérieure du sinus est un peu allongée et reçoit les courants veineux; ses parois paraissent très-élastiques, car elles reviennent vivement sur elles-mêmes à chaque systole du cœur (fig. 6).

J'ai pu constater que la circulation des lyncées adultes s'effectue exactement comme Gruithuisen le décrit pour les daphnies : le ventricule est artériel, et de sa partie antérieure partent trois courants sanguins; les deux premiers marchent en avant, l'un est destiné à la tête et aux antennes; le second se recourbe bientôt pour se rendre à la face ventrale du corps et aux branchies; le troisième courant artériel marche en arrière, dès le début, et longe la face inférieure du tube digestif. Des courants veineux ramènent le sang des différentes parties du corps. Le principal se voit toujours fort bien le long de la suture dorsale des valves. Ces courants veineux se rendent à la partie postérieure du sinus qui entoure le cœur.

Lorsque l'animal n'est pas inquiété, c'est-à-dire lorsqu'on l'observe sans l'insérer entre deux plaques de verre et autant que possible dans des conditions normales, le cœur bat tellement vite que je ne crois pas que l'on puisse parvenir à compter les pulsations.

6. *Appareil reproducteur. Appareil femelle.* — L'appareil femelle est calqué sur celui des daphnies; les ovaires, placés sous le tube digestif, lui sont parallèles dans la portion rectiligne, et déversent les œufs dans la cavité incubatrice dorsale; de même que chez les daphnies, l'ovaire droit semble uni à l'ovaire gauche par un tube transversal placé à la hauteur du cœur.

Le œufs, comme on le savait depuis longtemps, sont toujours en petit nombre, quoiqu'il puisse y en avoir plus qu'on ne le dit généralement; j'en ai compté neuf chez le *L. sphaericus* et douze chez le *L. lamellatus*.

[1] *Traité d'histologie comparée*, traduit par Lahillonne, p. 491.

J'ai observé les œufs au moment où ils viennent de passer des ovaires dans la cavité incubatrice dorsale; ils sont alors exceptionnellement allongés, par suite de leur trajet à travers les oviductes; chacun d'eux comprend une membrane vitelline, un vitellus homogène formé de globules très-fins de couleur verte et une vésicule germinative brunâtre munie d'un noyau. (Si l'on rompt sous l'eau la membrane vitelline, la vésicule germinative résiste pendant quelque temps à l'action du liquide, puis finit par s'y dissoudre.) Au bout de quelques heures, la vésicule germinative disparait et se trouve remplacée par une grosse gouttelette huileuse incolore qui simule une vésicule germinative à s'y méprendre, mais qui s'en distingue par un plus grand diamètre, l'absence de noyau, et sa complète insolubilité dans l'eau [1]. Le vitellus change aussi d'aspect et l'on y voit bientôt un grand nombre de vésicules graisseuses vertes qui ne participent pas à la formation de l'embryon, et que l'on rencontre même chez les jeunes immédiatement après la naissance.

Mais les lyncées ont encore un autre mode de reproduction, la reproduction par *ephippiums* ou œufs hibernants. On sait que chez les daphnies la cavité incubatrice est remplie, à certaines époques, par une coque membraneuse de couleur foncée; Jurine l'avait appelée la maladie de la selle, en raison de la forme de cette coque, et parce qu'il la considérait comme une affection pathologique; depuis on l'a nommée *ephippium*.

Cet *ephippium* des daphnies comprend deux valves réunies par leur bord supérieur à l'aide d'une suture; chacune de ces valves présente, à l'intérieur, deux dépressions qui, les valves étant rapprochées, forment deux cavités ovoïdes; ces cavités contiennent, l'une et l'autre, une petite capsule membraneuse allongée dans laquelle, en fin de compte, se trouve un œuf. Je ne veux pas discuter ici la question de savoir s'il s'agit d'un œuf véritable, réservant cette discussion pour un mémoire ultérieur; je me permettrai seulement, pour l'intelligence de ce qui suit, de rappeler que lorsque l'*ephippium* est

[1] Ces faits étaient connus en grande partie pour les daphnies; mais j'ai cru utile de signaler l'instant de la disparition de la vésicule germinative, et surtout la distinction qu'il faut faire entre elle et la goutte huileuse, car il semble résulter de la lecture des ouvrages que fort peu d'auteurs ont compris clairement ce dont il s'agissait.



entièrement développé, la femelle meurt et tombe au fond de l'eau; chacun des corps oviformes que contient l'*ephippium* donne lieu, après un temps beaucoup plus long que chez les œufs ordinaires, à un embryon, et finalement à un jeune de daphnie.

Bien que, comme je viens de le dire, je me propose de rendre compte du résultat des recherches sur l'*ephippium* des daphnies dans un autre mémoire, je ne puis passer ici sous silence un travail important de M. J. Lubbock sur le même sujet [1]. Je ne l'analyserai pas; je me bornerai à signaler les conclusions de l'auteur, qui sont :

1° L'œuf de l'*ephippium*, ou œuf hibernant, est le seul qui présente une vésicule germinative et qui ait besoin de l'influence du mâle (l'argument principal de M. Lubbock, qui n'a cependant jamais réussi à constater l'imprégnation de l'*ephippium*, est que les *ephippiums* apparaissent toujours, selon lui, en même temps que les mâles).

2° Tous les autres œufs des daphnies sont agames (agamic eggs) et se développent en dehors de toute fécondation préalable.

Ce qui précède et ce qui suit dans mon mémoire ne comprennent pas encore un nombre de faits bien considérable, mais je crois que cela suffit déjà pour réfuter, ou tout au moins pour rendre bien douteuses, les assertions de l'auteur que je cite.

Straus avait déjà signalé les *ephippiums* chez les lyncées, mais ne les avait pas étudiés [2]; leur examen m'a appris beaucoup de faits nouveaux; en effet, les *ephippiums* des lyncées ne ressemblent nullement à ceux que Straus a décrits chez la *D. pulex* et que j'ai retrouvés chez la *D. rotunda;* chez les lyncées, les deux capsules qui renferment individuellement les corps oviformes sont séparées et tout à fait indépendantes l'une de l'autre, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de coque membreuse commune; mais chaque capsule isolée est entourée elle-même par une seconde enveloppe propre qui remplace, non par la forme, mais par le rôle, qui est celui de la protection contre les agents extérieurs, la coque ou la selle des daphnies. Les lyncées étant bien

[1] *An account of the two methods of reproduction in Daphnia, and the structure of the ephippium* (PHILOS. TRANSACT., vol. 147, part. 1, 1857), pp. 79 et suiv., pl. VI et VII.

[2] *Mém. sur les daphnies* (MÉM. DU MUSÉUM, t. V), p. 153.

moins abondants que les daphnies, il est rare que l'on puisse observer les *ephippiums;* néanmoins, j'ai pu les étudier convenablement chez le *L. quadrangularis* et le *L. sphaericus* (fig. 12).

Le mode de formation des *ephippiums* est assez simple, voici ce que j'ai vu à cet égard : une vésicule germinative, qui s'est formée dans l'ovaire, passe de celui-ci dans la cavité incubatrice; mais entraine avec elle un liquide dans lequel, outre des globules vitellins ordinaires, nagent des granulations moléculaires abondantes [1].

Les globules vitellins et des globules graisseux verts se groupent autour de la vésicule germinative, absolument comme dans un œuf ordinaire, et le tout s'entoure probablement d'une membrane vitelline. Alors les granulations moléculaires, dont j'ai parlé plus haut, s'organisent sous forme de grandes cellules allongées et transparentes qui se juxtaposent autour du corps oviforme (fig. 15). Ces cellules, qui ressemblent beaucoup à celles du blastoderme de l'œuf des insectes, enveloppent l'ovule de toute part, et la couche qu'elles constituent se transforme en une véritable membrane; c'est la première couche protectrice; je n'ai pas vu quelle était l'origine de la seconde.

Mais un fait curieux que je tiens à signaler, c'est la présence à côté de l'ovule, et pendant la formation de l'*ephippium*, d'un ou de deux grands spermatozoïdes [2]; le corps oviforme serait donc fécondé comme un œuf véritable.

Les *Ephippiums* des lyncées apparaissent à d'autres époques que chez les daphnies; ainsi, tandis que la majeure partie des daphnies n'en présentent qu'en automne, j'en ai trouvé plusieurs fois des lyncées chargés, surtout le *L. sphericus*, dès le commencement du printemps, au mois de mars. Les daphnies meurent ordinairement en déposant l'*ephippium*. Je crois avoir observé que les lyncées continuent à vivre; du moins j'ai rencontré beaucoup d'individus contenant des œufs ordinaires à partir du mois d'avril.

[1] On ne voit pas de traces d'une vésicule germinative; l'absence de vésicule germinative dans l'*Ephippium* achevé des daphnies a été signalée depuis longtemps par M. Siebold (*Man. d'anat. comp.*), t. I, 2[e] part., p. 475.

[2] Mes observations sur les daphnies m'ont offert souvent des cas du même genre, et il m'est arrivé plusieurs fois en rompant un *ephippium* sous le microscope, d'en faire sortir plusieurs zoospermes.



Le développement embryonnaire des œufs ordinaires est identique, quant aux phases principales, à celui des daphnies, si bien étudié par Rathke; mais j'ai constaté chez le *L. Lamellatus*, où j'ai suivi ce développement, que pendant longtemps l'intestin de l'embryon des lyncées ne présente pas la circonvolution qu'il doit offrir plus tard. D'un autre côté, les antennes et surtout les palpes s'accroissent si rapidement qu'ils sont, après la naissance, encore tout à fait en disproportion avec la taille du jeune (fig. 10). L'examen des embryons est éminemment propre à éclairer nettement l'observateur sur le nombre des paires de pattes, question qui ne laisse pas que d'être difficile à résoudre chez les adultes; à cette phase du développement où tous les organes sont bien dessinés, mais où le tube digestif ne fait pas encore de circonvolution sensible, les membres offrent toutes leurs articulations principales, mais ils sont arrondis et fort courts ainsi que les soies qui les terminent; ils n'empiètent donc pour ainsi dire pas les uns sur les autres et on les compte très-facilement. J'ai déjà dit que le nombre des paires de pattes était cinq.

7. *Appareil mâle.* — O.-F. Müller est le premier qui ait décrit les caractères extérieurs des mâles des daphnies (*D. pulex*). Straus étendit quelque peu nos connaissances à cet égard, et Liévin fit connaître les mâles des *D. sima*, *D. quadrangula*, *Sida crystallina* et *S. brachynua;* mais on ne possédait que des données fort vagues sur les organes génitaux internes, et les mâles des lyncées restaient encore à découvrir, lorsque M. W. Zenker publia, en 1851, une petite notice sur les mâles des *L. macrourus*, *L. sphaericus* et *L. lamellatus* [1]; j'aurai nécessairement à dire quelques mots de ce dernier travail.

Les mâles des lyncées semblent n'apparaître qu'à certaines époques déterminées de l'année, j'ai trouvé ceux du *L. trigonellus* au mois de juillet, et ceux du *L. lamellatus* à la fin d'août et au commencement de septembre.

Les mâles se distinguent extérieurement des femelles par l'allongement général du corps et des valves, par la taille qui est plus petite d'un tiers que celle

[1] *Physiologische Bemerkungen über die Daphnoïden* (Archiv. von Muller. Berlin, 1851), p. 112, pl. III.



de l'autre sexe, et surtout par la longueur des antennes de la première paire (voyez n° 2); j'ai déjà décrit ces derniers organes; mais j'ajouterai ici qu'un muscle spécial inséré à leur base leur permet de rentrer presque entièrement sous le rebord du rostre, à la volonté de l'animal. M. Zenker [1] représente chez les mâles des pattes de la première paire d'une conformation toute spéciale, très-grêles et munies d'un crochet terminal; je n'ai jamais rien vu de semblable, et la première paire de pattes des mâles m'a toujours paru identique à celle des femelles.

Quant aux organes génitaux internes, M. Zenker décrit [2] deux longs testicules intestiniformes occupant la place des ovaires chez les femelles, et s'ouvrant postérieurement dans une poche volumineuse située à la base de la queue, poche qu'il nomme *Vesica copulativa;* de cette poche partirait un tube court aboutissant au-devant de la lame caudale. Dans ce cas encore, mes observations ne s'accordent pas avec celles de l'auteur que je viens de citer. Je n'ai rien distingué, il est vrai, chez *L. trigonellus* à cause de sa petitesse, mais voici ce que j'ai vu chez le *L. lamellatus*:

A l'endroit où la lame de la queue, c'est-à-dire le dernier article de celle-ci, s'insère sur l'avant-dernier, se trouve une grande poche membraneuse dont les tuniques sont très-minces et transparentes (fig. 13 et 14); cette poche renferme deux sacs allongés, de couleur jaunâtre, dont les parois sont épaisses et glandulaires; ces sacs sont légèrement étranglés au milieu, et de leur partie supérieure part, pour chacun d'eux, un canal excréteur court d'un petit diamètre, élargi à son extrémité, par laquelle il adhère à la face inférieure du dernier anneau abdominal ou avant-dernier article de la queue; il paraît s'ouvrir librement en cet endroit.

Je ne doute pas que les saccules que je viens de décrire n'appartiennent aux organes génitaux; on peut les considérer comme représentant les testicules, et le canal excréteur de chacun d'eux serait le canal déférent. Mais ce n'est là probablement encore que la partie principale de l'appareil mâle, les glandes accessoires restent encore à découvrir.

[1] *Physiologische Bemerkungen über die Daphnoïden* (ARCHIV. VON MÜLLER. Berlin, 1851), pl. III, fig. 2 et 3.

[2] *Ibid.*, p. 120, pl. III, fig. 4, *h* et *g*.

Les mâles des lyncées ne présentent jamais de cavité dorsale comme les femelles, ce qui explique pourquoi les valves sont moins hautes; le cœur est reporté chez les mâles beaucoup plus en arrière que dans l'autre sexe. Il m'a semblé que les deux soies roides, insérées à l'angle supérieure et postérieur de la lame caudale, sont aussi, chez les mâles, plus longues que chez les femelles.

8. *Spermatozoïdes.* — M. Siebold a vu chez la *D. rectirostris* des corps allongés et recourbés en demi-cercle qui étaient rigides et se désagrégeaient dans l'eau en reproduisant des formes celluloïdes. M. Leydig a vu ce qu'il appelle les zoospermes de la *D. pulex* [1], composés chacun d'un bâtonnet cylindrique et foncé, muni d'une bordure limpide et membraneuse, formant le plus souvent une courbe et s'étendant au delà du bâtonnet.

J'ai rencontré des produits analogues à ceux décrits par M. Leydig, chez les femelles de *L. sphaericus, L. lamellatus* et *L. truncatus,* dans la cavité dorsale incubatrice; tous étaient fusiformes et d'une taille considérable [2]. Ces corps singuliers comprennent une masse principale de couleur jaunâtre, fusiforme, très-pointue à ses deux extrémités; on voit, sur toute la longueur de ce fuseau, une large bordure membraneuse transparente, mais qui, généralement, est plus étroite d'un côté que de l'autre; des lignes parallèles obscures que présentent les bords du fuseau me font croire qu'il comprend trois enveloppes successives emboitées.

La taille des fuseaux est, quant à la longueur, égale environ au diamètre des œufs chez le même lyncée; la largeur est à peu près le quart de la longueur. Ces éléments mâles sont ordinairement réunis en séries linéaires les uns à la suite des autres, les pointes des fuseaux successifs se touchant; la bande ainsi constituée par trois ou quatre fuseaux, est souvent ployée dans différents sens, les angles correspondant aux points de jonction des fuseaux (fig. 18).

J'ai représenté les éléments spermatiques des *L. sphaericus*, *L. truncatus* et *L. lamellatus* dans les figures 16, 17 et 18.

[1] *Traité d'histologie comparée,* traduit par Lahillonne, p. 601.

[2] J'en ai observé également chez les diverses espèces de daphnies, entre autres les *D. rotunda, D. quadrangula, D. brachiata, D. pulex.* J'en réserve la description pour un autre mémoire.

Il m'est arrivé souvent de trouver des éléments mâles dans la cavité incubatrice des femelles, à côté d'embryons déjà très-développés; dans ce cas, les zoospermes étaient destinés à la fécondation de la série d'œufs suivante.

Ces corps fusiformes sont-ils des spermatozoïdes proprement dits, ou sont-ce des spermatophores? Les observations suivantes, que j'ai faites sur les daphnies, facilitent peut-être la réponse à cette question : En examinant, pendant le mois d'octobre, le contenu de la cavité incubatrice d'un certain nombre d'individus femelles de *D. pulex* et de *D. brachiata,* je rencontrai souvent des fuseaux à côté d'œufs dans lesquels les globules graisseux verts caractéristiques étaient déjà groupés autour de la gouttelette huileuse; mais je trouvai aussi des individus dont les œufs n'offraient encore qu'un contenu granuleux extrêmement fin; jamais à côté de ces derniers il n'y avait d'éléments mâles.

Quelle ne fut pas ma surprise en crevant un de ces œufs sous le microscope, puis successivement tous les autres, d'en voir sortir, outre le vitellus et la gouttelette huileuse, plusieurs corps fusiformes pour chaque œuf! Ces fuseaux étaient altérés, tordus, déchirés dans le sens de leur longueur ou à l'une de leurs extrémités, mais ceux d'un même œuf étaient encore réunis en série. Autant que j'ai pu en juger, ils étaient logés entre le vitellus et la membrane vitelline.

Mais il y a plus; dans un seul cas, je rencontrai dans l'œuf fécondé d'une *D. pulex,* et à côté de débris de fuseaux, un corps plat, transparent, semilunaire offrant au milieu une sorte de noyau hyalin; ce corps, que j'eus à peine le temps de dessiner, disparut tout à coup en se désagrégeant au contact de l'eau. Loin d'être rigide il semblait très-flexible; sa longueur et sa largeur permettaient très-bien de supposer qu'il avait été contenu dans un des fuseaux [1].

Les fuseaux pénètrent dans l'œuf; c'est là un fait que j'ai observé tant de fois que je puis inviter en toute sûreté les naturalistes à le vérifier; ce sont donc des spermatozoïdes; mais l'état dans lequel on les retrouve prouve

[1] Je ferai remarquer ici que les œufs dont je parle comme y ayant trouvé des zoospermes ne sont pas des œufs d'*ephippium*, mais bien des œufs ordinaires, réunis en groupes nombreux dans la cavité incubatrice. Les œufs ordinaires des daphnoïdes sont donc loin d'être agames comme le prétend M. Lubbock. (Voyez n° 6 du même paragraphe).



qu'ils se sont ouverts, qu'ils ont laissé échapper un contenu quelconque; seraient-ce des corps intermédiaires entre les spermatozoïdes et les spermatophores? Dans ce cas, ils abandonneraient au milieu du vitellus leur partie essentiellement fécondante, sous la forme du corps semi-lunaire, que je crois identique à ceux décrits par M. Siebold; ces derniers, comme celui-ci, se dissociaient au contact de l'eau.

Il est absolument impossible de rien voir au microscope dans l'intérieur des fuseaux soit des lyncées, soit des daphnies; mais cela n'empêche nullement d'admettre qu'ils ne contiennent chacun un des corps semi-lunaires dont il s'agit ici; car la transparence de ces derniers est comparable à celle du verre, et les parois des fuseaux sont toujours assez épaisses pour masquer des éléments d'une transparence beaucoup moindre.

Dans tous les cas, il faut faire une distinction entre les éléments spermatiques semi-lunaires, dissociables au contact de l'eau, découverts par M. Siebold, et les éléments spermatiques fusiformes; puisque ces derniers ne se transforment jamais lorsqu'on les plonge dans le liquide, ils ne s'ouvrent même pas, et je n'ai jamais réussi à les rompre par pression, soit à cause de leur peu d'épaisseur, soit à cause de l'élasticité de leurs parois.

Les lyncées présentent probablement les mêmes faits de parthénogenèse réelle ou apparente que ceux qu'on a signalés depuis Schaeffer chez les daphnies. Je préfère réserver l'exposé des résultats que je pourrai obtenir à cet égard pour un autre travail dans lequel je m'occuperai de la reproduction des cladocères en général.

En résumé, outre les particularités déjà décrites par Müller et par d'autres auteurs, les points qui distinguent les lyncées des daphnies, points que je crois avoir signalés le premier, sont :

Le développement des parties latérales du bec, d'où résulte que les antennes ne naissent pas sur les côtés antérieurs de la tête, mais sous le bord du rostre; le nombre des anneaux du corps qui s'élève seulement à sept; la forme des mâchoires qui sont triturantes; la structure spéciale du tube digestif divisé en œsophage, estomac et intestin; la séparation des pattes, d'après leur confor-

mation, en trois groupes : pattes natatoires, pattes destinées à produire le courant aqueux, pattes exclusivement respiratoires; enfin l'existence chez les femelles, d'éphippiums isolés pour chaque ovule distinct.

Quant aux autres observations, nouvelles pour l'anatomie du genre *Lynceus,* contenues dans ce qui précède, je rappellerai brièvement : l'étude de l'œil véritable et de son mode de formation; du point noir ou œil rudimentaire; de l'appareil circulatoire; enfin, des appareils reproducteurs mâle et femelle et de leurs produits.

---

§ IV. — Classification.

Le nombre des espèces de lyncées découvertes par Müller et Jurine s'élève à huit; ce nombre n'est pas bien considérable, et cependant M. Milne-Edwards [1] a cru devoir le restreindre encore, soit à cause des doutes que lui inspiraient certaines espèces de Müller, soit parce qu'il en regardait d'autres comme devant probablement sortir du groupe à cause de caractères spéciaux.

Sur les huit espèces dont je parle, j'en ai capturé six en Belgique; les deux espèces qui manquent sont le *L. macrourus* et le *L. socors;* les six autres sont des espèces parfaitement nettes, à caractères tranchés, et aucune ne pourrait être distraite du genre, même les *L. lamellatus* et *quadrangularis,* à moins de s'arrêter à des détails d'une valeur trop minime.

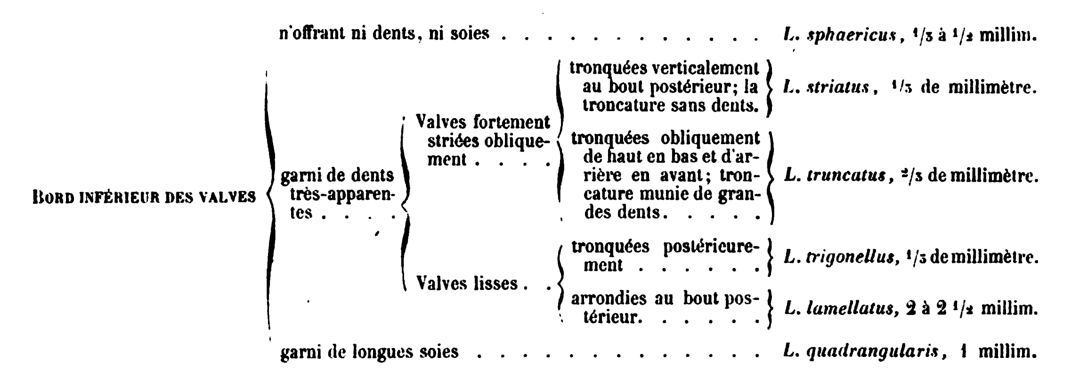
J'ai éprouvé, au début, des difficultés assez curieuses dans la détermination; cela tient à ce que les lyncées ont été fort peu étudiés jusqu'ici, et que les figures qu'on en a données, même celles de Panzer, sont peu soignées; il ne me restait alors que les descriptions qui, lorsqu'elles ne sont pas suffisamment explicites, augmentent souvent la confusion.

J'ai figuré quelques espèces que l'on considérait comme douteuses; je regrette que la nature de ce mémoire ne me permette pas de les figurer toutes et d'en

[1] *Histoire naturelle des crustacés*, t. III, p. 386. L'espèce que M. Milne-Edwards considère comme douteuse est : le *L. truncatus*, celles qu'il regarde comme devant probablement sortir du genre sont les *L. lamellatus*, *L. macrourus*, *L. quadrangularis*, *L. socors*. Il ne conserve donc, comme représentants du genre *Lynceus*, que les *L. sphaericus*, *L. adunctus*, *L. striatus*.



donner des descriptions détaillées, mais je tâcherai d'y suppléer par un tableau analytique fait d'après nature, et permettant de distinguer les espèces d'une façon précise. Je ne ferai pas entrer dans ce groupement les *L. macrourus* et *L. socors,* car je n'ai pas eu ces animaux en ma possession. J'ai ajouté dans le tableau analytique les dimensions des lyncées; ce genre de données, dont j'ai reconnu la nécessité en entomologie, ne sera peut-être pas inutile dans le cas qui nous occupe.



BORD INFÉRIEUR DES VALVES	n'offrant ni dents, ni soies			*L. sphaericus*, 1/3 à 1/2 millim.
	garni de dents très-apparentes	Valves fortement striées obliquement	tronquées verticalement au bout postérieur; la troncature sans dents.	*L. striatus*, 1/3 de millimètre.
			tronquées obliquement de haut en bas et d'arrière en avant; troncature munie de grandes dents.	*L. truncatus*, 2/3 de millimètre.
		Valves lisses . .	tronquées postérieurement	*L. trigonellus*, 1/3 de millimètre.
			arrondies au bout postérieur.	*L. lamellatus*, 2 à 2 1/2 millim.
	garni de longues soies			*L. quadrangularis*, 1 millim.

§ V. — LYNCEUS RENCONTRÉS EN BELGIQUE.

1. **LYNCEUS SPHAERICUS.** *Müller.*

Lynceus sphaericus. Müller, *Entomostraca*, p. 71, pl. IX, fig. 7 à 9.
Monoculus sphaericus. Jurine, *Hist. des mon.*, p. 157, pl. 16, fig. 3, *a*, *m*.
Lynceus sphaericus. Panzer, *Faun. insect.*, fascicule 141, n° 2, et fascicule 186, n° 15.

Jamais en troupes nombreuses comme les daphnies; cette espèce est la plus commune de toutes; elle se rencontre dans tout le pays, depuis les fossés creusés derrière les dunes du littoral jusque dans le Luxembourg. Le *L. sphaericus* apparait dès le commencement du printemps et disparait vers la fin de l'été.

2. **LYNCEUS STRIATUS.** *Desmarest.*

Lynceus striatus. Desmarest, *Considérations*, etc., p. 377.
Monoculus striatus. Jurine, *Hist. de mon.*, p. 154, pl. 16, fig. 1-2.

Le *L. striatus* est assez rare, je ne l'ai trouvé que dans l'ancien lit de la petite Lieve, près de Gand.

3. **Lynceus truncatus.** *Müller.*

Lynceus truncatus. Müller, *Entomostraca*, p. 75, pl. XI, fig. 4 à 8.
— — Panzer, *Faun. insect.*, fascicule 186, n° 11.

M. Milne-Edwards regarde le *L. truncatus* comme une espèce douteuse. J'ai pu cependant m'assurer que c'est au contraire une espèce bien distincte, caractérisée par une bordure continue, régnant tout le long des valves et formée de dents longues et rapprochées, par les stries des valves qui sont disposées verticalement, et, enfin, par la manière tout exceptionnelle dont ces valves sont prolongées postérieurement. (J'ai figuré ce lyncée, fig. 11.)

Müller déclare le *L. truncatus* rare; je crois qu'il en est effectivement ainsi, car je ne l'ai rencontré qu'une seule fois, au mois d'août, à Zwynaerde (Fl. or.), dans l'eau d'un fossé.

4. **Lynceus trigonellus.** *Müller.*

Lynceus trigonellus. Müller, *Entomostraca*, p. 74, pl. X, fig. 5 et 6.
— — Latreille, *Hist. des crustacés et des insectes*, t. VII, p. 205, pl. XXXIII, fig. 1.
Monoculus laticornis? Jurine, *Hist. des mon.*, p. 151, pl. 15, fig. 6 et 7.

Moins répandue que le *L. sphaericus,* cette espèce se rencontre cependant quelquefois en troupes nombreuses, surtout au mois d'avril, dans les fossés des prairies des Flandres.

5. **Lynceus lamellatus.** *Müller.*

Lynceus lamellatus. Müller, *Entomostraca*, p. 73, pl. X, fig. 4 à 6.
— — Panzer, *Faun. insect.*, fascicule 186, n° 9.
— — Zenker, *Archiv. von Müller*, 1851, p. 120, pl. III, fig. 4.

M. Milne-Edwards croit que ce lyncée pourrait constituer un genre à part, à cause de la brièveté de ses antennes; Müller ne dit cependant pas que les antennes soient plus courtes que celles des autres espèces; voici l'expression dont il se sert : *Palpi duo sub rostro cylindrico, puncto minimo nigro, in extremitate, breviores articulo antennarum* [1]. J'ai représenté (fig. 4) l'extrémité céphalique du *L. lamellatus.*

Les caractères du *L. lamellatus,* dont j'ai fait une étude spéciale, le font rentrer, sans doute possible, dans le genre Lyncée.

[1] *Entomostraca seu insecta testacea*, etc., p. 73.

Dans les Flandres le *L. lamellatus* est très-commun depuis les premiers jours du printemps jusqu'à la fin d'août.

6. LYNCEUS QUADRANGULARIS. *Müller.*

Lynceus quadrangularis. Müller, *Entomostraca*, p. 72, pl. IX, fig. 1 à 3.
— — Panzer, *Faun. insect.*, fascicule 186, n° 15.

La figure et la description que donne Müller de ce lyncée sont très-imparfaites, aussi M. Milne-Edwards ne l'a-t-il joint qu'en note aux espèces qu'il cite et le regarde-t-il, en tant qu'espèce, comme devant sortir du genre *Lynceus*. Cet animal est cependant bien un lyncée véritable. Pour lever tous les doutes à cet égard, je l'ai figuré (fig. 9); en voici, de plus, la description faite d'après nature :

Corps franchement quadrangulaire, tête petite se prolongeant très-peu en arrière sur le dos, bec court, point oculaire inférieur petit et peu net, branche des grandes antennes égales à trois articles et dépassant longuement le bord du rostre et même des valves lorsque l'animal étend ses antennes; soies des antennes simples (non pennées), palpes de longueur ordinaire à quatre soies terminales, pattes de la première paire cachées, lame terminale de la queue très-grande, valves striées, non pas obliquement, comme chez le *L. striatus*, ni de haut en bas, comme chez le *L. truncatus*, mais longitudinalement, ayant tout leur bord inférieur garni de soies longues et apparentes, intestin ne faisant qu'une seule circonvolution, taille 1 millimètre.

Suivant Müller, et c'est là la seule divergence qui existe entre ma description et la sienne, les branches des grandes antennes seraient inégales.

Il ajoute, comme caractère dont M. Milne-Edwards se sert pour écarter le *L. quadrangularis* du genre Lyncée, que ces mêmes branches des grandes antennes sont multi-articulées; mais les grandes antennes de tous les lyncées présentent ce caractère!

Genre *CYPRIS*.

§ VI. — Prétendu hermaphrodisme des cypris.

Straus, qui a étudié les cypris avec la même patience que les daphnies, n'avait jamais réussi à trouver de mâles [1]; il considérait, par suite, avec Ram-

[1] *Mémoire sur les Cypris* (Mém. du Museum, t. VII), pp. 51 et 52.



dohr et Treviranus, le cypris comme hermaphrodite, et plaçait, mais avec doute, l'appareil mâle dans deux tubes glandulaires allongés en forme de coecums, partant du voisinage de la bouche et s'étendant sur les côtés du corps à la face interne des valves. Il est à remarquer qu'il ne parle nulle part de l'existence de spermatozoïdes.

Les auteurs français, qui semblent n'avoir pas poussé plus loin ces investigations, ont généralement adopté comme un fait très-probable la réunion, chez les cypris, des deux sexes sur un même individu; il n'y avait, du reste, là rien de tout à fait impossible, puisque nous voyons, chez les crustacés et les arachnides, les cirrhipèdes et les tardigrades porter à la fois les deux espèces d'organes.

Cependant Wagner[1] avait déjà découvert, dès 1836, les spermatozoïdes de la *Cypris ovum* (*Cypris ovum* Zenker), qu'il signala comme présentant une taille considérable; aussi les naturalistes allemands et anglais n'admirent-ils plus l'hermaphrodisme des cypris. Pour les premiers, les mâles étaient simplement très-rares, telle est, par exemple, l'opinion émise par M. Siebold[2]. Les seconds, M. Jones entre autres[3], supposaient que si les mâles de certains petits crustacés semblent introuvables, c'est qu'ils diffèrent tellement des femelles qu'on les prend pour d'autres espèces.

Pour en revenir aux auteurs un peu plus anciens, je rappellerai que Ledermüller prétend avoir vu des cypris en accouplement, et que Baird a également vu plusieurs fois deux cypris accolées, mais sans parvenir à s'assurer s'il y avait bien réellement copulation. D'un autre côté, Jurine et Straus n'ont jamais été témoins d'aucun rapprochement de ce genre. Jusqu'à ces dernières années, l'histoire des sexes des cypris était donc restée fort obscure, lorsque dans une courte notice, publiée en 1850, M. W. Zenker[4] signala l'existence de mâles distincts et décrivit leur appareil reproducteur. En 1854, parut un nouveau travail du même auteur, comprenant toute l'anatomie des

[1] *Wiegmann 's Archiv.*, 1836, t. I, p. 369 (cité par M. Siebold. *Man. d'anat. comparée*).
[2] *Manuel d'anatomie comparée*, t. I, 2e part., p. 483.
[3] *General Outline of the organisation of the animal kingdom*, p. 458.
[4] *Uber die Geschlechts verhältnisse der Gattung Cypris* (MULLER 's ARCHIV., 1850), p. 193, pl. V.

ostracodes (*cypris* et *cythere*), sous forme de monographie [1]. M. Zenker y fait preuve d'un rare talent d'observation, et l'on peut dire, même en tenant compte des moyens d'investigation que l'on possède actuellement, qu'il a largement dépassé Straus, regardé cependant jusqu'ici comme un modèle.

En poursuivant mes recherches sur les petits crustacés d'eau douce, j'avais trouvé, de mon côté, les mâles de la *C. monacha*, et j'avais étudié soigneusement leurs organes sexuels ainsi que les produits de ces organes. J'ignorais, à cette époque, l'existence des travaux de M. Zenker sur les cypris, et lorsque je pus enfin lire le résultat de ses investigations, je vis que mes recherches confirmaient les siennes dans tous leurs points essentiels; mais, ainsi qu'il arrive toujours quand deux personnes s'occupent d'un même sujet, M. Zenker avait laissé échapper certains points de détail sur lesquels mon attention s'était fixée.

Comme il me serait impossible d'exposer mes propres résultats d'une façon claire, sans donner au lecteur un court aperçu des études de M. Zenker sur les organes reproducteurs des cypris, études qui, malgré leur mérite, sont peu connues, on me permettra de décrire sommairement, d'après lui, la structure des organes génitaux des cypris mâles et femelles; ces descriptions serviront d'introduction à ce qui m'est personnel.

§ VII. — Appareil male.

L'appareil mâle des cypris a été étudié par M. Zenker chez les *C. acuminata*, *C. punctata*, *C. ovum* et *C. monacha*. Chez toutes l'appareil est constitué sur le même plan général; je passerai sous silence les petites différences propres à certaines espèces :

Lorsqu'on ouvre une cypris mâle adulte, on trouve toujours sa cavité dorsale (cavité qui renferme l'ovaire chez les femelles) remplie par deux organes volumineux : les testicules et les glandes muqueuses. Les deux testicules sont formés chacun de six longs coecums à parois minces dont les extré-

[1] *Anatomisch-systematische Studien über die Krebsthiere.* (Aus dem archiv für naturgeschichte, *XX^ste Jahrg.*) Les figures en ont été reproduites, en grande partie, dans J.-V. Carus. *Icones zootomicae*, pl. X.



mités closes sont libres, et les extrémités ouvertes s'abouchent toutes en un même point dans un canal déférent commun; ce dernier, dont les tuniques sont épaisses, s'ouvre dans l'organe excitateur ou pénis en même temps que le canal excréteur d'une glande volumineuse, la glande muqueuse (*Schleimdrüse*).

Il y a deux glandes muqueuses, chacune d'elles équivaut au moins en volume au dixième du corps entier de la cypris (les valves exceptées). Ces glandes méritent une description spéciale. Qu'on se figure, pour chacune d'elles, trois cylindres emboités, l'externe, assez large pour sa longueur, est membraneux, lisse, et contient un liquide visqueux; le second cylindre presque aussi long, mais beaucoup plus étroit, en forme en quelque sorte l'axe; ses parois sont unies. Le troisième cylindre, c'est-à-dire le plus étroit, un peu plus long que celui que je viens de décrire, est chitineux, brun et porte des soies roides, nombreuses et rayonnantes disposées en *verticilles;* il y a, en général, cinq verticilles, mais il peut y en avoir vingt-quatre comme chez la *C. monacha*. Les soies roides du cylindre le plus interne traversent les tuniques de celui qui l'enveloppe immédiatement, et plongent dans la matière visqueuse qui remplit le cylindre externe.

Le cylindre le plus étroit, se termine à ses deux extrémités par une expansion circulaire évasée, ressemblant à un entonnoir, ou mieux, à la corolle d'un *convolvulus*, car elle présente des côtes saillantes; les bords de cet entonnoir se confondent avec la membrane du cylindre externe.

Du centre de l'un des entonnoirs part, pour chaque glande muqueuse, un long canal excréteur s'ouvrant dans le canal déférent, près de l'endroit où ce dernier s'insère sur le pénis.

Il résulte des recherches nombreuses de M. Zenker et de mes propres observations, que le rôle de la glande muqueuse est incontestablement celui de sécréter la matière qui, entourant les spermatozoïdes, forme les spermatophores.

Sous la queue des cypris mâles, ou mieux, entre la queue et la première paire de pieds (1re paire Zenker, 2e Straus), se rencontrent deux volumineuses poches cornées brunes : ce sont les organes excitateurs et copulateurs. Chacune de ces poches cornées possède des parois assez épaisses et une forme

trapézoïdale, le petit côté étant en haut, et renferme un ensemble de pièces, très-compliqué en apparence, mais qui se compose toujours en somme d'un prolongement corné tubuleux du canal déférent, terminé par un cône dur et perforé également corné, d'un organe mou, linguiforme, roulé sur lui-même, destiné, lorsqu'il s'étend, à introduire les spermatophores dans les réceptacles séminaux des femelles, et enfin, d'un certain nombre de crochets cornés (ordinairement deux) servant à faciliter cette introduction concurremment avec les pieds-mâchoires de la troisième paire qui seraient employés à maintenir les valves de la femelle ouvertes [1].

J'ai cru bien faire, pour faciliter l'intelligence de ce qui précède, de donner une figure de l'appareil mâle de la *C. monacha*, d'après l'une de mes préparations (fig. 22).

Voici maintenant quelques observations qui me sont propres :

1. *Glande muqueuse.* — M. Zenker attache une grande importance à la forme de la glande muqueuse, puisqu'il la fait entrer comme caractère dans la formation de ses sous-genres *Cypria* et *Cyproïs* (voyez § 10). Il se sert surtout de ce fait, constant d'après lui, que les extrémités infundibuliformes de la glande seraient nues chez les cypris proprement dites, et son sous-genre *Cyproïs* (*C. monacha*, par exemple), tandis qu'elles seraient munies d'un prolongement sacciforme membraneux chez toutes les espèces du sous-genre *Cypria*.

Ce caractère doit être abandonné, car il n'est pas constant; ainsi M. Zenker regarde la *C. monacha* comme ayant les extrémités de la glande découvertes; or, il m'est arrivé de trouver tantôt ces extrémités découvertes en effet, tantôt l'extrémité libre coiffée d'un prolongement piriforme membraneux, égal au quart du volume de la glande et muni d'une sorte de col dont les bords s'appliquaient sur la circonférence de l'*infundibulum* (fig. 23).

Ce qui montre que ce saccule n'est qu'une partie temporaire des organes génitaux, sécrétée aux dépens de la glande muqueuse même qui la porte,

[1] Dans la première de ses notices (*Uber die Geschlechts verhältnisse der Gattung Cypris*). M. Zenker avait décrit d'autres parties encore, telles que des poches copulatrices; je n'ai jamais réussi à les trouver, et comme il n'en parle nullement dans son second travail, il est à supposer qu'il aura reconnu lui-même son erreur.



c'est que voulant conserver une préparation de ce genre, et, dans ce but ayant mis la glande muqueuse dans la glycérine, j'ai vu le saccule se dissoudre entièrement dans le liquide et ne laisser à sa place que son contenu, c'est-à-dire un amas considérable de spermatozoïdes. M. Zenker paraît ne pas avoir observé ce contenu.

En crevant sous l'eau un des cylindres gélatineux de la glande muqueuse, j'ai vu au microscope le liquide visqueux qu'elle renfermait s'étendre sous forme de longs filaments transparents analogues à la soie qui sort des filières d'une chenille ou d'une araignée, et résister, au moins pendant un certain temps, à l'action dissolvante de l'eau.

2. *Spermatophores et spermatozoïdes.* — Suivant M. Zenker, les zoospermes qui prennent naisssance dans les cœcums testiculaires, d'abord simplement filiformes, s'entoureraient individuellement *dans les canaux différents* d'une membrane enveloppante spiraloïde (membrane ondulante, Leydig [1]) formée aux dépens de la sécrétion des glandes muqueuses. Les spermatophores ainsi constitués sont des bâtonnets rigides, effilés à une de leurs extrémités; le spermatozoïde y est plié en deux, l'une des moitiés étant roulée autour de l'autre [2]. Ainsi le liquide de la glande muqueuse coulerait dans le canal déférent, remonterait ce canal, pour aller y envelopper les spermatozoïdes.

J'ai à opposer à cette manière de voir une observation directe : en comprimant sous le microscope des glandes muqueuses de *C. monacha*, j'en ai fait sortir, par le centre de l'infundibulum libre, un grand nombre de spermatozoïdes (au moins cinquante à la fois) encore filiformes et libres, mais déjà pliés en deux. Je ne puis expliquer ce fait, qui s'est même présenté à mes yeux pour les deux glandes muqueuses du même animal, qu'en admettant que les spermatozoïdes s'engagent dans le canal de la glande, s'amoncellent dans le cylindre axial de celle-ci et y subissent les dernières transformations, c'est-à-dire s'y entourent de la membrane ondulante. Il est même fort probable que cette enveloppe définitive se dépose autour de chaque sperma-

[1] *Traité d'histologie comparée*, traduit par Lahillonne, p. 601.
[2] *Anat.-system. Studien.* pl. II, fig. B, 8 à 14.

tozoïde dans le prolongement sacciforme et temporaire de la glande muqueuse, prolongement dont j'ai parlé plus haut, et qui ne serait sécrété que dans ce seul but; car les zoospermes que j'y ai trouvés étaient également ployés en deux.

Ainsi que je l'ai déjà rappelé, Wagner a signalé le premier, chez les cypris, l'existence de grands spermatozoïdes; sa découverte avait été faite sur des femelles de *C. ovum*, qui, comme toutes les femelles des cypris fécondées, portent au moins une paire de poches pleines de zoospermes. La grande abondance des femelles de cypris permet d'étudier facilement la forme des spermatozoïdes rendus indépendants par la désagrégation des spermatophores; c'est ce que j'ai fait pour un assez grand nombre d'espèces. M. Zenker ne s'étant guère occupé des spermatozoïdes à l'état libre, on me permettra d'exposer ici le résultat de mes observations :

Les spermatozoïdes des cypris ont, comme caractères communs, une longueur considérable; ce sont peut-être les plus grands qui soient connus, puisqu'ils peuvent atteindre le double ou le triple de la longueur de l'animal, une immobilité complète en dehors des organes mâles, et la propriété de se dérouler et de devenir rigides au contact de l'eau, ce qui exclut toute idée de fécondation par l'intermédiaire de ce liquide.

Quant à leur forme, les zoospermes des cypris peuvent se classer en deux groupes; dans le premier, cette forme n'est assimilable à celle des spermatozoïdes d'aucun crustacé, ils ressemblent plutôt considérablement aux spermatozoïdes des *bombinators* et des *tritons* parmi les batraciens anoures et urodèles [1]. Le corps du zoosperme est un long cylindre hyalin terminé par un appendice filiforme souvent considérable; jamais on n'y observe de renflement analogue à celui que présentent les produits mâles de l'homme et d'un grand nombre d'animaux. Généralement les spermatozoïdes sont blancs et transparents, je les ai vus colorés en un jaune-brunâtre assez intense chez la *C. monacha*. Dans ce premier groupe, qui comprend les spermatozoïdes de la plupart des cypris et du sous-genre *Cyproïs* de M. Zenker, la longueur n'est jamais aussi considérable que dans le groupe suivant; elle varie entre $\frac{1}{5}$ et $\frac{1}{3}$ de millimètre.

[1] Dujardin, *Manuel de l'observateur au microscope*. Atlas, pl. IV, fig. 16.

Les zoospermes du second groupe sont beaucoup plus rares, je ne les ai observés jusqu'ici que chez la *C. ovum*. J'ai déjà cité leur longueur, mais ils offrent, pour caractère distinctif, un renflement terminal à l'une de leurs extrémités; ce renflement, qui semble avoir échappé à M. Zenker, est inséré à angle droit, comme la crosse d'une canne, et étranglé en son milieu (fig. 20). Les spermatozoïdes de *C. ovum* ont 2 millimètres de longueur. Suivant M. Zenker, telles seraient aussi les dimensions des spermatozoïdes de la *C. punctata* qui appartient au même sous-genre; il est probable qu'avec un peu d'attention on y découvrirait aussi le renflement terminal.

3. *Caractères extérieurs des sexes.* — Les caractères extérieurs qui distinguent les mâles des femelles sont peu tranchés; je ne puis, du reste, rien dire de bien général à cet égard, n'ayant eu occasion d'étudier à la fois les deux sexes que chez la *C. monacha;* je donnerai néanmoins ce que j'ai observé chez cette espèce : les mâles adultes sont plus grands que les femelles adultes. Comme les œufs sont blancs chez la *C. monacha,* il en résulte que la tache claire que les valves, qui sont translucides, présentent supérieurement, est blanche chez les femelles, et brune chez les mâles à cause de la présence de la glande muqueuse. Ce sont également les œufs orangés des *C. fuscata, C. puber* et quelques autres qui causent la tache de même couleur que l'on observe à la partie supérieure des valves des femelles; il est de toute évidence que cette tache manque chez les mâles.

D'après M. Zenker [1], la troisième paire de mâchoires, ou pattes-mâchoires des mâles, porte un crochet corné volumineux, à l'extrémité antérieure du deuxième article; ce crochet manque chez les femelles. Mais il y a plus, chez la *C. monacha*, qu'il a surtout étudié à ce point de vue, le crochet de la mâchoire droite est au moins double de celui de la mâchoire gauche; j'ai pu vérifier l'exactitude de cette observation; ces crochets serviraient aux mâles à maintenir ouvertes les valves de la femelle pendant l'acte de la copulation.

On a vu qu'avant l'apparition de la première notice de M. Zenker, les auteurs qui admettaient l'existence des mâles, regardaient ceux-ci comme très-rares; cette rareté des mâles n'est qu'apparente et dépend de la saison

[1] *Anat.-systemat. Studien*, pl. III, fig. A 4, B 3, C 4.

où on les cherche. Chez la plupart des espèces on rencontre déjà des femelles fécondées dès la fin du mois d'avril; ce qui indique la présence des mâles au commencement du printemps. La *C. monacha* compte parmi les exceptions; j'en ai rencontré les mâles en abondance depuis le commencement de juillet jusqu'au milieu d'août; certaines pêches me fournissaient même plus de mâles que de femelles.

4. *Copulation.* — Jurine et Straus n'ont jamais vu de cypris en accouplement; Baird avait vu souvent deux cypris fixées l'une à l'autre, mais sans pouvoir s'assurer s'il s'agissait réellement d'un rapprochement des sexes; Müller, De Geer, n'en parlent point; M. Zenker ne semble pas en avoir été témoin; Ledermüller seul prétend avoir observé la copulation.

Avant de connaître les mâles de la *C. monacha*, et alors que l'existence des sexes distincts chez les cyproïdes n'était pas encore pour moi un fait certain, j'avais cherché à voir l'accouplement de ces petits animaux; car il semblait évident qu'en examinant les deux individus accolés je devais résoudre la question à l'instant; puisque, de deux choses l'une, ou j'aurais trouvé un mâle et une femelle, ou deux individus hermaphrodites. Je m'étais donc procuré au printemps plusieurs centaines de *C. fusca* et je les observais dans un vase de porcelaine un peu plat, afin qu'ils fussent disséminés sur une grande surface.

Dès que les cypris ont été accoutumées à leur nouvelle demeure, j'ai vu, à chaque instant, deux individus fixés l'un à l'autre, et souvent si intimement qu'ils se laissaient couler au fond sans se quitter. La fréquence de ces rapprochements me permit d'examiner soigneusement ce qui se passait avec une loupe un peu forte : je crus d'abord constater que chaque couple se composait toujours d'un individu de taille moyenne et d'un autre notablement plus petit; les deux cypris se touchaient par la face ventrale, mais étaient généralement tournées en sens inverse; l'extrémité antérieure du corps de l'une correspondant à l'extrémité postérieure de l'autre; pour se placer ainsi elles se couchaient sur le flanc. On pouvait voir aisément chacune d'elles plonger rapidement sa deuxième paire d'antennes (première paire de pieds de quelques auteurs) entre les valves entr'ouvertes de sa compagne; après cette opération, elles se quittaient brusquement et se remettaient à nager.

Quel est l'observateur qui n'aurait cru, comme moi, qu'il venait d'être témoin d'une copulation en règle? En se fondant sur les analogies, on pourrait admettre que la grande cypris était la femelle et la petite le mâle [1], et qu'on venait de voir ce dernier introduire plusieurs spermatophores dans le corps de la femelle. Et cependant, combien ma déception fut grande, lorsqu'une dissection et un examen microscopique minutieux m'eurent appris que tous les individus que j'avais surpris dans cet acte apparent de copulation étaient des jeunes, déjà grands, mais chez lesquels il m'était impossible de rencontrer aucune trace ni d'œufs, ni de spermatozoïdes, bien que ces produits me fussent familiers depuis longtemps!

Je pense qu'il faut regarder l'acte observé chez les jeunes de *C. fusca* comme un de ces petits services que les animaux d'une même espèce se rendent entre eux en se nettoyant mutuellement des corps étrangers fixés à la surface de la peau (peut-être des infusoires, car on rencontre souvent des vorticellines sur les cypris).

Lorsque, plus tard, j'ai eu à ma disposition des mâles de *C. monacha* mêlés aux femelles, je n'ai plus jamais observé rien qui ressemblât à un rapprochement des sexes. La copulation décrite par Ledermüller est donc probablement du même ordre que le fait dont les jeunes de *C. fusca* m'ont rendu témoin, et la copulation véritable reste encore à découvrir; peut-être a-t-elle lieu dans la vase sous laquelle les cypris se plongent fréquemment, alors même qu'elles ont beaucoup d'eau à leur disposition.

§ VIII. — Appareil femelle.

Les œufs ont dû être observés, chez les cypris femelles, dès qu'on a étudié ces animaux, leur volume étant généralement grand relativement à celui de la mère; mais c'est Straus d'Urkheim qui décrivit le premier les ovaires [2]. Je me bornerai à rappeler que ceux-ci sont deux larges tubes situés dans la région dorsale des valves; chacun d'eux est tordu sur lui-même comme une corne de bélier, l'une des extrémités (l'antérieure) est close, et l'autre

[1] On a vu plus haut, n° 3 (*Caractères extérieurs des sexes*) que c'était l'inverse.
[2] *Mémoires sur les cypris* (Mém. du Muséum, t. VII, 1821), p. 51.



s'ouvre par une sorte d'oviducte d'un assez grand diamètre entre la queue et la première paire de pieds. Sauf quelques détails de peu de valeur, les investigations de Straus ne vont pas plus loin.

M. Zenker a fait une nouvelle étude de l'appareil femelle chez quelques espèces [1], et, de mon côté, je l'ai examiné attentivement, non-seulement chez la *C. monacha,* mais encore chez un grand nombre d'autres. D'après les observations de M. Zenker, aux ovaires décrits par Straus s'ajoutent deux poches piriformes assez volumineuses placées sur les côtés du corps dans sa partie postérieure; il les nomme *Receptacula seminis;* chacune de ces poches présente un long canal enroulé en hélice et mettant la poche en rapport avec l'ouverture postérieure d'un des ovaires. Le mâle introduirait les spermatophores dans les *Receptacula seminis,* ils y éclateraient, et les spermatozoïdes, délivrés de leur enveloppe, cheminant bientôt dans le canal dont je viens de parler, iraient féconder les œufs dans l'oviducte [2].

Cette description est exacte à quelques détails près : suivant ce que j'ai observé, le canal tordu en hélice n'aboutit pas à l'entrée de l'oviducte, mais simplement à la base de la queue à laquelle il est très-adhérent; il est vrai que les oviductes s'ouvrent dans le voisinage. Ce canal en hélice est souvent assez large, et un fort grossissement m'y a toujours montré un tube axial d'un calibre excessivement ténu, muni d'une bordure transparente (fig. 21 *a*); sa longueur est ordinairement plus grande que celle du corps de l'animal, et peut être égale au triple de cette dimension, comme, par exemple, chez la *C. unifasciata.*

Le trajet considérable que les spermatozoïdes ont à effectuer à travers ce conduit a probablement pour effet de ralentir leur sortie du receptacle, et de mesurer cette sortie au temps nécessaire pour la fécondation des œufs qui traversent l'oviducte.

M. Zenker a réprésenté chez la *C. ornata* [3] le canal du réceptacle comme renfermé, roulé sur lui-même, dans une cupule membraneuse située à l'orifice des oviductes et tapissée d'une couche continue de grandes cellules glan-

[1] *Ueber die Geschlechts*, etc., pl. V, fig. 2, et *Anat.-systemat. Studien*, p. 42, pl. 1, fig. 15.
[2] *Ibid.*, etc., p. 200.
[3] *Anat.-syst. Studien*, pl. 2, fig. 4.



dulaires. J'ai retrouvé la même disposition chez la *C. puber* (fig. 21 *b*); mais les deux cupules étaient placées à la base de la queue et non à l'entrée des ovaires. La *C. puber* est une grande espèce comme la *C. ornata;* toutes les petites paraissent privées de l'annexe glandulaire en question, car je ne l'y ai jamais vue.

Les parois des *Receptacula seminis* sont très-minces, et chaque sac renferme un nombre prodigieux de spermatozoïdes libres, tantôt pêle-mêle, sans aucun ordre apparent, comme je l'ai observé chez la *C. monacha* et la *C. compressa*, tantôt rangés régulièrement et courbés en 8 ou en S comme chez la *C. ovum*. J'ai toujours trouvé les spermatozoïdes accompagnés dans les réceptacles d'une très-grande quantité de granulations excessivement ténues, ce ne sont évidemment que les débris des membranes des spermatophores.

J'ai observé aussi des cas où les réceptacles du sperme étaient vides, mais c'était à l'arrière saison, et les ovaires ne contenaient pas d'œufs. C'est que la dernière ponte, à supposer qu'il y en ait plusieurs, était entièrement effectuée et qu'il ne devait plus y en avoir, car on trouve souvent des réceptacles pleins de zoospermes chez des femelles ne portant pas d'œufs distincts, d'où il faut conclure que le sperme se conserve pendant un certain temps pour la fécondation des pontes à venir.

1. *Fécondation.* — Lorsque la copulation a eu lieu, où s'opère la fécondation? Est-ce dans l'ovaire même ou dans l'oviducte? J'incline, comme M. Zenker, pour la dernière hypothèse; car, comme on l'a dit depuis longtemps, les œufs des cypris ne subissent pas de gestation à l'instar de ceux des daphnies : leur développement a lieu après la ponte.

Une fécondation dans l'intérieur de l'ovaire n'est donc pas nécessaire; d'un autre côté, j'admettrais avec peine qu'après que les spermatophores, placés sous la queue, ont éclaté, les spermatozoïdes remontent et cheminent jusque dans la cavité ovarienne, puisque, malgré le grand nombre de cypris examinées, je n'ai jamais rencontré le produit mâle en cet endroit. Les œufs seraient donc fécondés à mesure qu'ils se présentent dans la portion terminale de l'ovaire, portion qui fait fonction d'oviducte et aboutit dans le voisinage des poches caudales (*Receptacula seminis*); ce qui confirme cette manière de voir, c'est que les œufs sont d'autant plus développés qu'ils sont placés plus

près de l'oviducte. Une fécondation successive des œufs au moment de la ponte s'observe du reste chez beaucoup d'articulés, et entre autres chez les coléoptères.

2. *OEufs*. — Les œufs des cypris n'offrent rien de bien particulier; le vitellus comprend, comme chez les autres crustacés, un grand nombre de petites gouttelettes huileuses qui lui donnent sa couleur; on y trouve une vésicule germinative bien distincte dans laquelle je n'ai pu voir de noyau; il est cependant fort probable qu'il existe. Quant à leur forme, j'ai toujours vu les œufs des cypris ovoïdes, bien que tous les auteurs, M. Zenker excepté, les représentent sphériques. Il va de soi que, lorsque je les observais à ce point de vue, ils étaient encore renfermés entre les valves ou flottants librement dans l'eau.

La couleur du vitellus varie extrêmement d'une espèce à une autre; il serait futile d'insister sur ces colorations si elles ne donnaient, dans beaucoup de cas, un moyen de déterminer les espèces dont les autres caractères offrent une grande analogie. Voici, suivant mes observations, la couleur des œufs de quelques cypris; j'ai ajouté à ce petit tableau ce que j'ai pu trouver au sujet de la coloration du vitellus dans le travail de M. Zenker :

Vitellus blanc	*Cypria ovum.* — *Joanna*, z [1]. — *punctata.* *Cyproïs monacha.*
— blanc-verdâtre	*Cypris hispida.*
— vert	*Cypria minuta.*
— gris-jaunâtre	*Cypris Weswoodii.*
— jaune pâle	— *candida.* — *acuminata*, z.
— jaune-orangé	— *reptans.* — *aurantia.* — *quadripartita.*
— rouge-orangé	— *puber.* — *fuscata.* — *fusca.*

[1] J'ai marqué de la lettre z les indications que je n'ai pu me procurer que par M. Zenker.

Citons un exemple : un examen peu attentif ferait aisément confondre les *C. fusca* et *hispida;* or, la première ayant les œufs d'un rouge orangé et la seconde d'un blanc verdâtre, l'observation de ces œufs montre de suite que l'on a probablement sous les yeux des espèces différentes, et c'est ce qu'une étude soignée ne tarde pas à confirmer.

Le hasard a voulu, d'un autre côté, que les espèces dont les œufs avaient la même couleur fussent souvent très-éloignées les unes des autres. Telles sont les *C. reptans*, *C. aurantia*, *C. puber* et *C. fusca*, et les quatre espèces dont le vitellus des œufs est blanc, espèces que personne ne confondra jamais entre elles.

3. *Jeunes.* — Les jeunes des cypris diffèrent assez des adultes pour que Müller ait cru devoir en décrire un certain nombre, cependant plusieurs des carcinologistes actuels se bornent à dire qu'ils ne subissent pas de métamorphoses sensibles.

Il est vrai qu'on ne rencontre pas ici de ces changements profonds observés chez les *Cyclops*, les *Cyclopsina*, les *Branchipus*, etc.; mais l'étude des cypris m'a appris que la forme extérieure des jeunes et leur coloration varient assez, depuis la naissance jusqu'à l'état adulte, pour que l'on soit souvent tenté de regarder ces jeunes comme des espèces distinctes, surtout si l'on se sert du système de coloration basé sur la forme des valves. Il me suffira de rappeler ici que Koch a donné les noms de *C. variabilis*, *C. leucomela*, *C. bimuricata*, *C. nubilosa* aux jeunes de différents âges de la *C. monacha* [1].

Faire de nouveau ici la description des jeunes, serait répéter la plupart des observations de Müller; mais il est un point spécial et fort singulier qui semble avoir échappé à cet auteur : Jurine [2] avait remarqué que chez son *Monoculus aurantius*, les jeunes avaient les valves notablement plus hautes en avant qu'en arrière, tandis qu'on observe le contraire chez les adultes. Straus [3], qui ne paraît pas s'être rappelé l'observation de Jurine, cite le même fait à propos des jeunes de la *C. fusca*. Or, il résulte de mes propres recherches que, du

[1] Panzer, *Faunae insectorum germanicae initia*, édition de 1798 à 1801; fascicules 145 et 146.

[2] *Histoire des monocles des environs de Genève*, p. 175, pl. 18, fig. 5 à 10.

[3] *Mémoire sur les cypris* (Mém. du Muséum, t. VII), p. 54.

moins chez les espèces dont j'ai pu suivre le développement, la forme générale du contour des valves chez les jeunes est toujours à peu près l'inverse de ce qui existe chez les adultes (fig. 27, *a* et *b*). Cette forme singulière des jeunes persiste, bien nette, jusqu'à ce qu'ils aient atteint environ la moitié de la taille des adultes ; les mues successives modifient ensuite petit à petit le contour des valves. J'ai réuni dans le tableau suivant le résultat des mes observations.

ESPÈCES.	FORME DES VALVES.	
	JEUNES.	ADULTES.
Cyproïs monacha	Valves offrant le plus de hauteur en avant.	Valves offrant le plus de hauteur en arrière.
Cypris fusca	Idem.	Idem.
— *picta*	Idem.	Idem.
Cypria ovum	Idem.	Valves offrant le plus de hauteur au milieu.
Cypris puber	Idem ? [1].	Idem.
— *reptans*	Valves offrant le plus de hauteur en arrière.	Même disposition chez les adultes que chez les jeunes, mais infiniment moins prononcée.

La hauteur relative de la partie antérieure du test que l'on observe ainsi généralement chez les jeunes cypris leur est nécessaire pour loger les antennes des première et seconde paires qui sont proportionnellement plus grande dans le jeune âge que plus tard, comme cela s'observe du reste aussi chez les daphnies et les lyncées.

Contrairement à ce que j'ai constaté chez les cladocères, les *Cyclops* et les *Cyclopsina*, les organes génitaux n'apparaissent que fort tard chez les cypris; ces animaux ont déjà la taille des adultes lorsqu'on en distingue les premières traces. J'ai pu examiner ainsi l'appareil reproducteur d'un jeune mâle : les glandes muqueuses n'existaient pas encore, ou se trouvaient dans un état si

[1] Voyez à ce sujet, § 11, n° 16.

rudimentaire que je n'ai pu les découvrir, et les poches cornées des pénis étaient blanches et membraneuses; leur contenu, peu distinct, montrait les crochets en voie de formation à l'état de lames transparentes plus ou moins roulées sur elles-mêmes.

Je puis affirmer qu'il n'y a rien chez les cypris qui ressemble à la parthénogenèse des daphnoïdes; en effet, chaque fois qu'il n'y a plus de mâles en présence, les femelles *fécondées* pondent les œufs que renferment leurs ovaires, et ces œufs donnent lieu à des jeunes, mais la multiplication s'arrête là; et s'il n'y a pas de mâle compris dans la ponte, comme cela a lieu presque toujours, excepté une fois par an, les jeunes meurent sans se reproduire. Ce qui fait que, malgré toutes les précautions possibles, il est rare de voir plusieurs générations de cypris se succéder dans le même aquarium.

Jurine [1] a donné le nom de *Monoculus ophthalmicus* (*C. ophthalmica* Desmarest) à une petite cypris de couleur verdâtre à valves plus élevées en avant qu'en arrière, et offrant une tache blanche au centre de l'œil. J'ai rencontré un point brillant, blanc-jaunâtre, au centre des yeux de tous les individus de *C. hispida*, *C. compressa*, *C. aurantia*, *C. ovum*, *C. fusca*, *C. fuscata* que j'ai examinés à cet égard. D'où je conclus que le point brillant est probablement commun à toutes les espèces et résulte de la réflexion de la lumière sur le tapis brillant formé de globules pigmentaires plus gros que les granules choroïdiens ordinaires, et que M. Leydig a signalés depuis longtemps [2]. Pour voir la réflexion dont je parle, il faut que la cypris qu'on observe soit vivante et placée, avec un peu d'eau, dans un vase d'une faible profondeur : un verre de montre par exemple, de manière à pouvoir regarder l'animal *par dessus* avec une loupe.

La forme des valves du *Monoculus ophthalmicus* de Jurine me porte à croire que c'est le jeune d'une autre espèce probablement connue.

Straus n'avait examiné l'organe visuel des cypris que très-imparfaitement, il croyait à l'existence de plusieurs cristallins; on sait aujourd'hui qu'il n'y en a qu'un seul. Mais M. Zenker a poussé beaucoup plus loin l'observation; il a parfaitement démontré que l'appareil n'est pas impair, qu'il existe chez

[1] *Histoire des monocles des environs de Genève*, p. 178, pl. XIX, fig. 16 et 17.

[2] *Traité d'histologie comparée*, traduit par Lahillonne; p. 290.

toutes les cypris deux yeux distincts, souvent pédonculés, fait que j'ai pu vérifier à mon tour chez plusieurs espèces.

Je ne puis entrer ici dans des détails sur la structure du globe oculaire sans tomber dans des redites; qu'il me suffise de signaler que, d'après les figures données par M. Zenker, et d'après mes propres observations sur les yeux des *C. fusca* et *C. hispida*, la face antérieure du cristallin qui se confond avec la cornée, comme chez les autres crustacés, est à peine convexe; ce qui s'accorde encore une fois avec ce que j'ai exposé, dans un autre mémoire, touchant la forme de la cornée des animaux aquatiques en général [1].

§ IX. — Résistance des cypris a la privation d'eau.

Il faut admettre que la respiration des cypris peut diminuer d'une façon considérable dans certaines circonstances, comme chez les animaux hibernants.

Bosc [2] a en effet observé un des premiers que, lorsque les cours d'eau ou les mares habités par les cypris viennent à se dessécher, ces crustacés ferment leurs valves et s'enfoncent dans la vase pour n'en sortir et se réveiller que quand des pluies ou une autre cause leur ramène du liquide. Straus a fait à ce sujet plusieurs expériences [3], consistant à conserver, pendant un temps qu'il ne précise pas, des cypris en vie dans de la vase.

J'ai fait moi-même des essais analogues en enfermant des cypris entre deux couches de sable fin que je maintenais humide en y laissant tomber tous les jours quelques gouttes d'eau. Ces expériences ont réussi, c'est-à-dire que les petits crustacés ont pu encore se réveiller, par l'immersion dans l'eau, au bout de huit jours, mais elles m'ont montré, d'un autre côté, que les cypris, et même les daphnies, que l'on dit douées de la même propriété, sont loin d'être les seuls animaux aquatiques qui puissent résister ainsi à la privation

[1] *Sur la vision des poissons et des amphibies.* (Mém. couronnés et Mém. des savants étrangers publiés par l'Académie royale de Belgique, t. XXXIII.)

[2] Article *Cypris* dans le *Dictionnaire d'histoire naturelle de Deterville.* Édition de 1817, t. IX, p. 83.

[3] *Mémoire sur les cypris* (Mém. du Muséum, t. VII), p. 55.

momentanée et partielle de leur élément naturel; en effet, des *Cyclops*, des *Hydrachna*, des *Naïs* des larves de diptères, mis en même temps que les cypris dans des conditions identiques, m'ont donné les mêmes résultats.

Lorsque la privation d'eau était complète, c'est-à-dire lorsque j'abandonnais des cypris sur une couche de papier à filtrer, la mort de l'animal arrivait au bout de quelques minutes.

Avant d'aborder la classification des cypris et l'énumération des espèces que j'ai rencontrées en Belgique, je vais résumer, en quelques mots, les résultats nouveaux, je crois, auxquels m'ont conduit mes recherches:

Les glandes muqueuses de l'appareil mâle de la *Cyproïs monacha* offrent un prolongement sacciforme, comme celles des *Cypria;* ce prolongement n'est que temporaire. Le lieu de formation des spermatophores n'est pas le canal déférent, mais la glande muqueuse. Les spermatozoïdes libres des cypris peuvent se classer en deux groupes dont je donne les caractères. La copulation des cypris paraît se faire dans la vase. Les canaux excréteurs des *Receptacula seminis* des femelles ne s'ouvrent pas directement dans les oviductes; ces canaux sont munis d'une bordure membraneuse; les cupules glandulaires qui renferment ces canaux, chez quelques espèces, sont placées à la base de la queue. La couleur du vitellus des œufs est un caractère utile pour la détermination des espèces. La forme des valves chez les jeunes de beaucoup de cypris est l'inverse de ce qu'on observe chez les adultes. Les cypris n'offrent rien qui ressemble à la parthénogenèse. Le *Monoculus ophthalmicus* de Jurine est le jeune d'une autre espèce. Enfin, les cypris ne résistent pas plus que beaucoup d'autres animaux aquatiques à la privation momentanée et partielle de liquide.

---

§ X. — Classification.

Les principaux travaux descriptifs que l'on possède sur les cypris sont ceux de Müller, de Jurine et de Baird [1], les fascicules 145, 146, 148, 168 et 186 de W. Panzer [2], l'histoire naturelle des crustacés de M. Milne Edwards, un mémoire de Seb. Fischer [3], et enfin, le dernier ouvrage de M. Zenker.

Il résulte de la lecture de ces travaux, les uns originaux, les autres de simple compilation, que Jurine, Müller et Baird ont découvert à peu près toutes les espèces connues; malheureusement, les deux premiers nous ont laissé de si grossières figures et des descriptions souvent si incomplètes, que la plupart des auteurs qui sont venus après eux, et qui, il faut le dire, n'ont pas cherché à s'éclairer suffisamment par l'examen des animaux eux-mêmes, ont confondu les espèces les unes avec les autres et créé des synonymies impossibles.

Il y a des exceptions, M. Milne-Edwards, par exemple; au petit nombre d'espèces (cinq) qu'il cite comme françaises, il est facile de voir qu'il n'a pas étudié les animaux en nature, mais il s'est attaché aux caractères importants signalés par ses devanciers, il n'a pas cherché à réunir des espèces séparées par Jurine et Müller qui, excellents observateurs, quoique dessinateurs malhabiles, ont créé fort peu de fausses espèces; enfin, il a donné des synonymies ordinairement très-exactes. Sa classification des cypris est seule fautive, quoique assise sur de très-bonnes bases; elle part, en effet, de la forme des valves, mais il résulte précisément de mauvaises figures dont l'auteur s'est servi que des espèces voisines ont été éloignées et *vice versá*.

Le mérite de M. Zenker est d'avoir fourni les bases d'une classification plus scientifique, très-bonne pour former de grands groupes, mais il n'a étudié que treize espèces sur les animaux eux-mêmes, et a eu le tort de vouloir y ramener, comme variétés accidentelles ou variétés d'âge, presque toutes les espèces figurées ailleurs et qu'il n'a pas vues vivantes.

[1] *The natural history of the British entomostraca.* (Magaz. of zool. and bot., t. I et II.)

[2] *Faunae insectorum Germanicae initia.*

[3] *Ueber das Genus cypris* (Mém. des savants étrangers de l'Académie de Saint-Pétersbourg. 1851, t. VII). Longuement cité par M. Zenker.



J'ai pu me procurer, en Belgique, vingt-trois espèces de cypris et, pour la plupart de ces espèces, un grand nombre d'individus; j'en ai formé une collection pour l'observation microscopique, j'en ai étudié et dessiné les contours, les couleurs, les membres, l'anatomie, les jeunes, les variétés, etc. Je les ai toutes comparées successivement aux planches et aux descriptions existantes; le grand nombre de cypris que j'ai en ma possession m'a permis de distinguer nettement les espèces voisines et d'éprouver la valeur des arguments employés pour rayer tel ou tel nom des anciennes listes; j'ai refait avec soin les synonymies et j'ai vu que la plupart du temps je revenais à celles de M. Milne-Edwards. Je puis donc déclarer ici que les espèces que je cite comme belges et dont la découverte première a été faite en Norwége, en Suisse, en France, en Angleterre, en Allemagne, etc., sont bien des espèces distinctes.

Les cypris sont un genre homogène; néanmoins, la multitude d'espèces dont il se compose, et les difficultés dont les déterminations sont entourées, font désirer des coupes. J'adopterai donc les sous-genres, très-rationnels du reste, de M. Zenker, mais en les combinant avec la méthode de M. Milne-Edwards, c'est-à-dire que, dans les sous-genres, je distinguerai encore les espèces par la forme des valves. On ne retrouvera pas cependant les différentes cypris dans les groupes que M. Milne-Edwards a formés, j'ai dû en transporter un grand nombre d'un groupe dans un autre.

Ce mode de classification, basé sur le contour des valves, quoique permettant, lorsqu'il est bien appliqué, de parvenir assez rapidement à déterminer les différentes cypris, n'est pas scientifique. J'avais cru, pendant quelque temps, pouvoir y substituer un meilleur système dans lequel les caractères eussent été tirés de la forme des antennes et des pieds; j'avais même dessiné dans ce but les membres de toutes les espèces que j'ai observées; mais j'ai trouvé, avec regret, que si les cypris peuvent, comme l'a fait M. Zenker, être divisées en deux groupes principaux par la disposition générale des organes locomoteurs, ces organes, dans chacun des groupes, diffèrent trop peu les uns des autres pour ne pas rendre la détermination minutieuse et difficile.

M. Zenker divise les cypris de la manière suivante :

Genre *CYPRIS.*

Sous-genre A. Cypris. — *Caractères du genre.*
Sous-genre B Cypria. — *Caractères :* membres plus minces et plus longs que chez les cypris proprement dites, et soies plus longues à ses membres; de là vivacité plus grande dans les mouvements; yeux larges réunis à la base; zoospermes plus longs et plus ténus; tubes ovariques des femelles à double courbure [1].
Sous-genre C. Cyproïs. — *Caractères :* Yeux très-distincts et écartés, glande muqueuse de l'appareil mâle largement séparée de cet appareil.

La nature de ce mémoire ne me permet pas de décrire de nouveau les espèces, ni d'en donner des figures, excepté dans le cas d'espèces nouvelles, ou pour faciliter une argumentation. Le relevé qui suit contient donc : la mention des espèces que j'ai rencontrées en Belgique, une courte synonymie ne comprenant que l'auteur qui a donné le nom définitivement adopté et les indications des meilleures figures publiées jusqu'ici, la discussion des faits principaux apportés pour ou contre la réalité de chaque espèce, quelques détails nouveaux sur les mœurs, les localités et les stations; enfin, les dates d'apparition ou de réveil.

Je ferai remarquer, à propos de ces dates, qu'il est assez singulier que les cypris, qui n'offrent aucune métamorphose analogue à celles des insectes, apparaissent cependant, comme ces derniers, à des époques fixes, pour disparaître ensuite à une date aussi toujours à peu près la même chaque année. Les cypris s'enfoncent-elles dans la vase, ou bien meurent-elles et leurs œufs restent-ils pendant longtemps sans subir le développement? La dernière hypothèse me semble la plus probable, bien qu'elles soient toutes les deux admissibles.

Quoique je n'aie pu résoudre la question, ni dans un sens, ni dans l'autre, j'ai pensé que l'indication des époques d'apparition pourrait être utile, ne fût-ce qu'aux naturalistes-collecteurs.

[1] M. Zenker ajoute encore (*Anatom.-systemat. Studien,* etc., p. 61): « Un prolongement sacciforme à la glande muqueuse des mâles. » On a vu § 7, n° 1, pourquoi il faut supprimer ce caractère.

§ XI. — Cypris rencontrées en Belgique.

A. *Sous-Genre* CYPRIS. *Auctorum.*

I. — Espèces dont les valves sont à peu près semblables à leurs deux extrémités et offrent le plus d'élévation vers le milieu du dos.

a. Bord inférieur des valves concaves.
a'. Bord dorsal régulièrement arqué n'offrant pas de sinuosité.

Valves un peu plus renflées en arrière qu'en avant.

1. Cypris ornata. *Müller.*

Cypris ornata. Müller, *Entomostraca*, p. 51, pl. III, fig. 4 à 6.
Monoculus ornatus. Jurine, *Hist. des mon.*, p. 170, pl. 17, fig. 1-4.
Cypris ornata. Desmarest, *Considérations*, etc., p. 383, p. 55, fig. 2 et 3.

La figure donnée par Müller s'accorde peu avec celle de Jurine; celle de Desmarest est bonne. M. Zenker voudrait réunir, à la *C. ornata*, les *Monoculus villosus* de Jurine et *C. reptans*, de Baird, comme n'en étant que des jeunes [1]. Je puis répondre à cela que j'ai observé des œufs chez un bon nombre d'individus de *Mon. villosus*, et que j'ai suivi les phases du développement chez la *C. reptans*. La fusion des trois espèces dont il s'agit est absolument inadmissible.

La *C. ornata* est peu commune; je l'ai rencontrée aux environs de Gand, dans les fossés, depuis avril jusqu'en août.

2. Cypris reptans. Baird.

Cypris reptans. Baird, *Magaz. of Zool. and Bot.*, t. II, p. 135, pl. 5, fig. 5.

M. Milne-Edwards place la *C. reptans* dans la sous-division suivante, mais c'est la figure de Baird qui est cause de l'erreur; l'extrémité postérieure des valves est légèrement, mais évidemment plus renflée que l'extrémité antérieure (*Voy.* § VIII, n° 3). On a vu plus haut que M. Zenker veut assimiler cette cypris à la *C. ornata*.

[1] *Anat.-systemat. Studien*, etc., p. 65.

J'ai pris une variété assez tranchée dont voici les caractères : formes générales du type, poils de l'extrémité antérieure plus longs que ceux de l'extrémité postérieure (c'est l'inverse dans le type), coloration fondamentale brune, au lieu d'être verte, plusieurs lignes arquées d'un brun foncé, presque noire, un chevron blanc vers l'extrémité postérieure des valves.

La *C. reptans* se multiplie prodigieusement; plus l'animal est jeune, plus sa coloration est pâle, et plus aussi le renflement postérieur des valves est prononcé. Enfin, cette cypris offre des habitudes spéciales; elle nage difficilement et ne se s'élève jamais à plus d'un centimètre ou deux au-dessus du fond; elle passe presque toute sa vie dans la vase où elle paraît trouver sa nourriture.

Elle n'est pas très-commune, bien qu'elle puisse être représentée en un même endroit par un très-grand nombre d'individus. Je l'ai rencontrée dans l'Escaut et dans le canal de la Lieve (Fl. or.), depuis juin jusqu'en août.

3. **Cypris candida.** *Müller.*

Cypris candida. Müller, *Entomostraca*, p. 62, pl. VI, fig. 7 à 9.
— — Baird, *Magaz. of Zool. and Bot.*, t. II, p. 134, pl. 5, fig. 3.
— — Zenker, *Anat.-systemat. Studien*, p. 76, pl 1, fig. 1.

Je n'ai pas cité la figure donnée par Jurine parce qu'elle est peu exacte; celle de Baird est bonne, et celle de M. Zenker encore meilleure. Je crois qu'on peut, avec beaucoup de raison, considérer comme appartenant à la même espèce, la *C. pubescens* Koch (Panzer, fascicule 146, n° 6), du moins d'après la figure.

Müller et Jurine regardent la *C. candida* comme rare; il est vrai qu'on ne la rencontre presque jamais nageant en pleine eau, mais elle est très-commune dans la vase où elle se complaît comme la *C. reptans*. J'ai trouvé cette espèce dans les Flandres et le Hainaut, depuis février jusqu'en juillet.

4. **Cypris aurantia.** *Desmarest.*

Cypris aurantia. Desmarest, *Considérations*, etc., p. 384.
Monoculus aurantius. Jurine, *Hist. des mon.*, p. 173, pl. 18, fig. 5 à 12.

La cypris orangée est probablement assez rare, car je ne l'ai prise qu'une seule fois, au mois de juin, dans les environs de Gand.

Valves renflées au milieu de façon à offrir autant d'épaisseur en avant qu'en arrière.

5. **Cypris villosa.** *Koch.*

Cypris villosa. Koch (Panzer, *Faun. insect.*, fascicule 161, fig. 24).
Monoculus villosus. Jurine, *Hist. des mon.*, p. 178, pl. 19, fig. 14 et 15.

Il faut se garder de confondre cette espèce avec la *C. pilosa* de Müller et de Latreille, qui en diffère considérablement. La figure que donne Panzer, de la *C. villosa*, est très-exacte. Nous avons vu plus haut que M. Zenker veut la réunir à la *C. ornata*. La *C. villosa* se rencontre, en petite quantité, au mois de mai, dans l'Escaut.

a'' Bord dorsal des valves sinueux.

6. **Cypris Westwoodii.** *Baird.*

Cypris Westwoodii. Baird, *Magaz. of Zool. and Bot.*, t. II, p. 137, pl. 5, fig. 14.

Baird a découvert cette petite cypris en Écosse; M. Zenker veut y voir un jeune de la *C. puber;* mais la *C. puber* est la plus grande espèce connue, et, d'un autre côté, j'ai trouvé des œufs en grand nombre chez tous les individus, très-petits du reste, de *C. Westwoodii* que j'ai capturés; ce seraient des jeunes bien précoces!

Baird indique comme caractère spécifique : une soie à chacune des articulations des pieds de la première paire (deuxième paire, Straus); mais j'ai retrouvé la même conformation chez la *C. ovum* et la *C. compressa*. Ce qui est plus marquant, et que je crois signaler pour la première fois, c'est que l'onglet, courbe qui termine les pieds de la paire en question, est nettement denté en scie sur son bord concave (fig. 24); je n'ai rencontré cette disposition chez aucune autre espèce.

La *C. Westwoodii* est introuvable dans les Flandres, mais je l'ai rencontrée en abondance, et à deux reprises différentes, dans les mares qui règnent aux pieds des rochers schisteux des environs de Laroche (Luxemb.). Mai.

7. **Cypris puber.** *Milne-Edwards.*

Cypris puber. Milne-Edwards, *Hist. nat. des crustacés*, t. III, p. 400.
-- **pubera.** Müller, *Entomostraca*, p. 56, pl. V, fig. 1 à 5.
-- -- Baird, *Magaz. of Zool. and Bot.*, t. I, p. 524, pl. 16, fig. 13.

Je ne cite pas la figure donnée par Jurine, car elle se rapporte, sans le moindre doute, à une autre espèce dont je parle au numéro suivant. La figure la plus exacte que l'on possède est celle de Baird; j'ai représenté moi-même cette espèce (fig. 25).

Ainsi que je l'ai déja dit, la *C. puber* est la plus grande qui soit connue, elle mesure de 2 à 2 $\frac{1}{2}$ millimètres de longueur. Ce caractère seul suffit pour la distinguer de toutes les autres. Cependant, suivant M. Zenker [1], Zaddach aurait voulu y réunir la *C. strigata* de Müller. Cette fusion, comme tant d'autres, est inadmissible lorsqu'on étudie soigneusement les deux espèces.

On rencontre abondamment la *C. puber* dans les fossés des prairies des Flandres, depuis mars jusqu'à la fin de mai.

8. **Cypris Strausii.** *Nobis.*

Monoculus puber. Jurine, *Hist. des mon.*, p. 171, pl. 18, fig. 2.

Je ne suis pas partisan de la création d'espèces nouvelles aux dépens de variétés; aussi n'est-ce pas d'un cas de ce genre qu'il s'agit ici : Müller et Baird d'un côté, Jurine de l'autre, ont donné le nom de *Pubera* ou *Puber* à deux espèces différentes, et les auteurs qui ont travaillé après eux les ont confondues dans une même synonymie, faute, comme toujours, de les avoir ensemble sous les yeux. Me trouvant donc dans le cas de choisir entre les deux espèces, j'ai conservé le nom de *Puber* à celle décrite par Müller et Baird (voy. n° 7), et force m'a été, par conséquent, de donner un nom à celle de Jurine. L'usage eût voulu que je prisse le nom de *C. Jurinii;* mais Zaddach l'ayant déjà employé pour la *C. ornata* de Müller, j'ai dû y renoncer pour éviter la confusion. Je propose donc le nom de *Cypris Strausii,* en mémoire du beau travail de Straus d'Urkheim sur les cypris.

Comme il pourrait rester du doute dans l'esprit du lecteur, au sujet des différences qui existent entre ces deux crustacés, je les ai figurés (fig. 25 et 26), et je donne, à la page suivante, leurs caractères en regard :

[1] *Anat.-systemat. Studien*, etc., p. 61.



Cypris pubera. Müller, Baird.
— **puber.** Milne-Edwards, fig. 25.
Coquille très-élevée au milieu du dos.

Coloration : verte, au-devant de l'œil, une partie claire, postérieurement deux bandes vert obscur. Au centre des valves un groupe de sept points translucides [1].
Poils : des poils sur toute la surface.
Antennes munies de longues soies.
Œufs à vitellus d'un rouge orangé.
Taille de 2^{mm} à $2^{mm},5$.

Monoculus puber. Jurine.
Cypris Strausii. Nobis, fig. 26.
Coquille allongée, renflée aux deux extrémités, concave au milieu du dos.
Coloration : brunâtre ou grisâtre, ou presque blanche, valves marquées de petits points bruns espacés; pas de points translucides apparents.
Poils : des poils sur toute la surface.
Antennes munies de soies très-courtes.
Œufs à vitellus brun-jaunâtre? [2].
Taille $1^{mm},3$

J'ai trouvé la *C. Strausii*, à Sclayn (prov. de Namur), dans les fossés qui bordent la route de Namur à Andenne. Mai.

b. Bord inférieur des valves convexes.

Un léger creux au-dessous de l'extrémité antérieure des valves [3].

9. **Cypris picta** [4]. *Straus.*

Cypris picta. Straus, *Mém. sur les Cypris*, fig. 17, 18 et 19.

La figure que Straus a publiée de cette espèce est assez bonne, mais l'auteur a eu tort de lui donner plus de hauteur en arrière qu'en avant.

J'ai rencontré la *C. picta*, qui est assez rare, dans les fossés et les anciennes tourbières des prairies qui bordent l'Escaut (Fl. or.) en août et septembre.

10. **Cypris quadripartita.** *Nobis.*

Lorsqu'on se livre, pendant plusieurs années, à la recherche des animaux appartenant à un groupe spécial, on finit presque toujours par rencontrer quelque espèce nouvelle.

L'aspect singulier de la cypris dont il s'agit ici m'avait frappé de prime abord; mais, craignant de commettre une erreur, j'ai hésité longtemps

[1] Points d'insertion des muscles adducteurs des valves; ils existent chez toutes les cypris, mais à des degrés très-différents, et ici leur grande netteté est un caractère spécifique véritable, d'après Baird lui-même.

[2] Je n'ai pu les examiner que sur des individus conservés dans la glycérine.

[3] J'ai ajouté cette subdivision, qui ne figure pas dans la classification de M. Milne-Edwards, pour quatre espèces dont le bord inférieur des valves est convexe et muni en avant d'une petite échancrure. On trouvera un exemple de cette forme fig. 28.

[4] Il y a par erreur *pincta* dans le mém. de Straus.

avant de la considérer comme inédite. Aujourd'hui, la comparaison successive avec les espèces en nature dont les descriptions, considérées seules, pouvaient à la rigueur s'appliquer à ce crustacé; l'étude des jeunes qui me permettait de regarder l'animal en question comme adulte, m'ont fait acquérir la certitude que cette cypris n'avait pas encore été décrite.

Voici quels sont ses caractères spécifiques (fig. 28 *a, b, c*) : Les valves vues latéralement (*a*) sont presque exactement elliptiques; vues par dessus (*c*), elles sont assez larges au milieu et plus étroites en avant qu'en arrière. Si l'on examine l'animal dans le sens antéro-postérieur (*b*), on voit que sa section transversale est un triangle à angles arrondis, l'un des angles correspondant à la suture des valves, et la face ventrale du test formant le côté opposé.

Les valves sont couvertes de poils courts sur toute leur étendue, et légèrement picotées comme chez toutes les cypris velues; les soies des antennes et de la première paire de pieds sont très-courtes. L'animal entier a 1^{mm},3 de longueur.

La coloration générale est d'un blanc-verdâtre, jaunâtre par places; une ligne d'un brun foncé, presque noir, longe le bord dorsal de chaque valve, et une autre ligne de même couleur traverse chaque valve de haut en bas en son milieu. Ces lignes divisent, en quelque sorte, la surface du corps de la cypris en quatre parties égales; de là le nom de *C. quadripartita* que je propose.

Le vitellus des œufs est orangé. Cette cypris paraît fort rare. Je ne l'ai rencontrée qu'une seule fois, au mois d'avril, dans les environs de Gand.

11. **Cypris rubra.** *Desmarest.*

Cypris rubra. Desmarest, *Considérations*, etc., p. 384.
Monoculus ruber. Jurine, *Hist. des mon.*, p. 172, pl. 18, fig. 3 et 4.

La *C. rubra* est probablement aussi rare que la précédente. Je ne l'ai prise qu'une seule fois dans un fossé à Meirelbeke (Fl. or.). Avril.

12. **Cypris hispida.** *Baird.*

Cypris hispida. Baird, *Magaz. of Zool. and Bot.*, t. II, p. 133, pl. 5, fig. 6.



La figure donnée par Baird est assez exacte, quoiqu'il n'indique pas l'échancrure antérieure et inférieure des valves. M. Zenker [1] croit que la *C. hispida* est le jeune d'une autre espèce; mais j'ai rencontré tant de femelles portant des œufs et des réceptacles pleins de sperme, que je regarde cette opinion comme erronée.

Cette cypris est très-commune dans les Flandres depuis avril jusqu'à la fin de mai.

II — Espèces dont les valves, dissemblables aux deux extrémités, offrent beaucoup plus de hauteur vers l'un des bouts que vers l'autre.

c. Valves plus élevées en arrière qu'en avant.

Bord inférieur des valves à peu près droit.

13. **Cypris fusca.** *Straus.*

Cypris fusca Straus, *Mém. sur les Cypris*, fig. 2 et 3.
— — Baird, *Magaz. of Zool. and Bot.*, t. II, p. 134, pl. 5, fig. 4.

M. Zenker [2] a voulu réunir à cette espèce les *Monoculus fuscatus* et *Monoculus unifasciatus* de Jurine; cette opinion est à peine concevable : la *C. fusca* est une espèce très-commune, parfaitement caractérisée et extrêmement constante, dont les valves chez les adultes (fig. 27) sont toujours plus élevées en arrière qu'en avant; or, les *Mon. fuscatus* et *Mon. unifasciatus* offrent une disposition absolument inverse, non-seulement d'après les figures données par Jurine, mais aussi chez les cypris vivantes elles-mêmes que j'ai soigneusement étudiées, et que les organes reproducteurs développés ne permettaient pas de considérer comme des jeunes.

La *C. fusca* est, ainsi que je viens de le dire, très-commune, et se rencontre dans toutes les eaux tranquilles. Moins abondante dans les Flandres que la *C. monacha,* c'est presque la seule espèce que l'on rencontre en troupes nombreuses dans les parties accidentées de la Belgique (prov. de Namur, Liége, Luxembourg, etc.). Elle apparait en avril et se montre pendant toute la belle saison.

[1] *Anat.-sytemat. Studien,* etc., p. 67.
[2] *Ibid.,* p. 66.



d. Valves plus élevées en avant qu'en arrière.

Bord inférieur des valves concaves, de façon à leur donner une apparence réniforme.

14. **Cypris bistrigata.** *Desmarest.*

Cypris bistrigata. Desmarest, *Considérations*, etc., p. 386.
— **strigata.** Müller, *Entomostraca*, p. 54, pl. 4, fig. 4 à 6.
Monoculus bistrigatus. Jurine, *Hist. des mon.*, p. 177, pl. 19, fig. 12 et 13.

Cette espèce bien caractérisée paraît relativement rare, je l'ai rencontrée dans les étangs (probablement d'anciennes tourbières), à Wondelgem, près de Gand, depuis février jusqu'à la fin de l'été.

15. **Cypris elongata.** *Baird.*

Cypris elongata. Baird, *Magaz. of Zool. and Bot.*, t. II, p. 137, pl. 5, fig. 13.

La *Cypris parabolica* de Koch (Panzer, fasc. 146, n° 4) est très-voisine de celle-ci, si elle ne lui est pas identique, du moins lorsqu'on s'en rapporte à la figure de Panzer.

La *C. elongata* n'est pas très-répandue, mais peut-être très-abondante en des points déterminés; ainsi, je l'ai rencontrée en énorme quantité, pendant le mois de février, dans les fossés des taillis des environs de Melle (Fl. or.).

16. **Cypris virens.** *Desmarest.*

Cypris virens. Desmarest, *Considérations*, etc., p. 384.
Monoculus virens. Jurine, *Hist. des mon.*, p. 174, pl. 18, fig. 15 et 16.

Jurine a parfaitement représenté l'élévation antérieure des valves de cette cypris, et cependant, c'est avec doute que je l'inscris ici comme espèce. M. Zenker, a cru y voir un jeune de la *C. ornata* [1]; mais je serais plutôt porté à la regarder comme le jeune de la *C. puber;* en effet, j'ai toujours rencontré la *C. virens* en compagnie de cette dernière, et les nombreux individus de *C. virens* que j'ai ouverts étaient dépourvus d'œufs ou de spermatozoïdes.

La *C. virens,* en tant qu'espèce, est assez commune dans les Flandres au mois de mai.

[1] *Anat.-systemat. Studien, etc.*, p. 65.

Bord inférieur des valves à peu près droit, et celles-ci n'offrant pas un aspect réniforme.

17. **Cypris fuscata**. *Koch.*

Cypris fuscata.	Koch (Panzer, *Faun. insect.*, fascicule 161, fig. 21).
Monoculus fuscatus.	Jurine, *Hist. des mon.*, p. 174, pl. 19, fig. 1 et 2.
Cypris pilosa.	Müller, *Entomostraca*, p. 59, pl. 6, fig 5 et 6.

La *C. fuscata* qu'il faut, comme je l'ai déjà dit, se garder de confondre avec la *C. fusca* de Straus, se distingue de cette dernière par la forme des valves qui sont beaucoup plus élevées au milieu du dos, avec une hauteur *un peu* plus grande en avant qu'en arrière, par les poils nombreux qui garnissent ces valves, et par la brièveté des soies des antennes. Elle offre, de plus, deux larges lignes d'un brun foncé divergentes qui s'étendent vers le bas à partir de l'œil.

La *C. fuscata* est peu commune, je l'ai rencontrée au Jardin botanique de Gand, dont les étangs communiquent avec l'Escaut; on peut donc être, pour ainsi dire, certain de trouver la *C. fuscata* dans ce fleuve. Elle apparait en juillet et disparaît à la fin du mois d'août.

18. **Cypris unifasciata**. *Desmarest.*

Cypris unifasciata.	Desmarest, *Considérations*, etc., p. 386, pl. 55, fig. 5 et 6.
Monoculus unifasciatus.	Jurine, *Hist. des mon.*, p. 176, pl. 19, fig. 9 et 10.
Cypris unifasciata.	Bosc et Desmarest, *Hist. nat. des crustacés*, t. II, p. 196, pl. 18bis, fig. 5.

Desmarest regarde la *C. unifasciata* comme n'étant peut-être qu'une variété de la *C. fasciata* de Müller (*Entomostraca*, pl. IV, fig. 3); mais il n'y a analogie que dans les noms, et il suffit de jeter les yeux sur la figure donnée par Müller pour voir que la *C. fasciata* de cet auteur est très-allongée et presque fusiforme comme la *C. ephippiata* (Panzer, fascic. 148, nos 1 et 2); tandis que la *C. unifasciata*, que j'indique ici comme appartenant à la faune belge, est courte et assez ramassée sur elle-même.

La *C. unifasciata* est assez rare, et l'on n'a guère de chance d'en rencontrer que vers la fin de l'été. J'ai pris quelques individus femelles, au mois d'août, dans les fossés des prairies aux environs de Gand.

B. *Sous-genre* CYPRIA. Zenker.

—

1. Espèces ayant les valves assez fortement renflées au milieu du dos.

19. **Cypria ovum**. *Zenker.*

Cypria ovum. Zenker, *Anat-systemat. Studien*, p. 79, pl. III, fig. 1 B.
Monoculus ovum. Jurine, *Hist. des mon.*, p. 179, pl. 19, fig. 18 et 19.
Cypris ovum. Desmarest, *Considérations*, etc., p. 386.

Cette espèce est de très-petite taille, sa longueur n'excède pas $0^{mm},5$; elle est très-connue, du moins de nom, par le travail de Wagner qui découvrit les spermatozoïdes des cypris.

La *C. ovum* est très-commune dans les Flandres depuis février jusqu'à la fin de l'été.

20. **Cypria compressa**. *Nobis.*

Cypris compressa. Baird, *Mag. of Zool. and Bot.*, t. II, p. 136, pl. 5, fig. 7.

J'ai conservé le nom de *Compressa* à l'espèce figurée et décrite par Baird, espèce qui est très-comprimée *latéralement.*

Il règne une confusion assez grande chez les autres auteurs; ainsi Fischer, cité par M. Zenker, croit que la *C. compressa* n'est que la femelle de la *C. detecta* de Müller; mais on comprend facilement la cause de cette erreur grossière; la *C. detecta* est très-allongée, par conséquent écrasée dans le sens vertical, et Fischer aura cru qu'il fallait prendre le mot *Compressa* dans cette acception! Je ne veux pas entrer ici dans la discussion des autres erreurs qui ont été commises au sujet de cette espèce, elles m'entraineraient trop loin; qu'il me suffise de dire que si l'on s'était plus attaché à la figure, et surtout, au texte de Baird, ces erreurs n'existeraient pas.

Baird déclare la *C. compressa* très-commune en Angleterre; elle n'est pas rare en Belgique; je l'ai rencontrée dans les Flandres ainsi que dans les provinces de Namur et de Luxembourg depuis février jusqu'en juillet.

21. **Cypria punctata**. *Zenker.*

Cypria punctata. Zenker, *Anat.-systemat. Studien*, p. 77, pl. 3, fig. 1 A.
Cypris — Koch (Panzer, *Faun. insect.*, fascicule 161, fig. 23).
Monoculus punctatus. Jurine, *Hist. des mon.*, p. 175, pl. 19, fig. 3 et 4.

Cette espèce paraît assez rare, je l'ai rencontrée à Dickelvenne, près de Gâvre (Fl. or.), dans l'eau d'une source, et dans les mêmes conditions à

Laroche (Luxembourg); la *C. punctata* n'habiterait donc pas les eaux stagnantes comme ses congénères; elle apparaît en mars et se montre jusqu'à la fin de mai.

II. — Espèces ayant les valves plus renflées en arrière qu'en avant.

22. **Cypria minuta.** *Nobis.*

Cypris minuta. Baird, *Mag. of Zool. and Bot.*, t. II, p. 136, pl. 5, fig. 11.

Cette espèce, la plus petite connue, qui ne mesure que $\frac{1}{3}$ de millimètre de longueur est peu commune; on ne la rencontre guère qu'au printemps. Dans les Flandres, où je l'ai observée, elle apparaissait en février et devenait introuvable à la fin d'avril.

M. Zenker [1] réunit les *C. minuta* et *ovum;* ces deux espèces sont cependant bien distinctes : chez la *C. ovum* les valves offrent le plus de hauteur au milieu, et chez la *C. minuta* le plus de hauteur en arrière, le vitellus des œufs de la *C. ovum* est blanc, chez la *C. minuta* il est vert; la *C. minuta* est beaucoup plus petite et a une phase d'apparition limitée; la *C. ovum* se rencontre, au contraire, pendant toute la belle saison.

C. *Sous-genre* CYPROIS. Zenker [2].

23. **Cyprois monacha.** *Zenker.*

Cyprois monacha.	Zenker, *Anat.-systemat. Studien*, p. 80, pl. III, fig. 1 C.
Cypris —	Müller, *Entomostraca*, p. 60, pl. 5, fig. 7 et 8.
Monoculus monachus.	Jurine, *Hist. des mon.*, p. 173, pl. 18, fig. 13 et 14.
Cypris monacha.	Baird, *Mag. of Zool. and Bot.*, t. II, p. 133, pl. 5, fig. 2.

Les meilleures figures sont celles qui ont été données par Baird et M. Zenker. Panzer (*Faun. ins.,* fascicules 145 et 146) a figuré d'après Koch des jeunes à différents âges sous des noms d'espèces; j'en ai déjà parlé § 8, n° 3.

La *C. monacha* est quelquefois tellement abondante en été, dans les fossés des prairies qui bordent l'Escaut et la Lys (Fl. or.) qu'elle rend l'eau trouble par places comme les daphnies. Elle apparait au mois de juin et devient rare dès le milieu de septembre.

[1] *Anat.-systemat. Studien*, etc., p. 79.

[2] Le sous-genre *Cyproïs* de M. Zenker ne comprend, d'après cet auteur, que deux espèces : la *C. monacha* citée ici, et la *C. dispar* de Fischer, que je n'ai pas rencontrée.



OUVRAGES CONSULTÉS [1].

Roesel . . . . *Natuurlyke historie der insecten*, t. VI; Haarlem et Amsterdam, 1746.

Geoffroy . . . . . . *Histoire abrégée des insectes des environs de Paris*, t. II; Paris, 1762.

De Geer . . . . . . *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*, t. VII; Stockholm, 1778.

O.-F. Muller . . . *Entomostraca seu insecta testacea quae in aquis Daniae et Norvegiae reperit, descripsit, et illustravit, Lipsiae et Hafniae;* 1785.

Fabricius . . . . . . *Entomologia-systematica*, t. II; Hafniae, 1792 à 1793.

C.-W. Panzer. . . . *Faunae insectorum Germanicae initia;* Nuremberg, 1798 à 1801.

Latreille . . . . . . *Histoire naturelle générale et particulière des crustacés et des insectes*, t. VII; Paris, 1805.

Treviranus . . . . . *Biologie*, t. IV; Göttingue, 1814.

Bosc . . . . Différents articles sur les crustacés dans le *Dictionnaire d'histoire naturelle de Deterville*, t. IX; Paris, 1817.

Lamarck. . . . . . . *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, t. V; Paris, 1818.

H. Straus d'Urkheim. *Mémoire sur les daphnies* (Mém. du Muséum, t. V); Paris, 1819.

Jurine. . . . . *Histoire des monocles des environs de Genève;* Genève, 1820.

H. Straus d'Urkheim. *Mémoire sur les Cypris* (Mém. du Muséum, t. VII); Paris, 1821.

Desmarest. . . . . . *Considérations générales sur la classe des crustacés;* Paris et Strasbourg, 1825.

Gruithuisen. . . . . *Ueber die Daphnia sima und ihren Blutkreislauf* (Nova acta Acad. natur. curios., t. XIV, 1re partie.); Bonnae, 1828.

Bosc et Desmarest . *Histoire naturelle des crustacés* (Roret); Paris, 1830.

Gervais . . . . *Note sur deux espèces de crevettes qui vivent aux environs de Paris* (Ann. des sc. nat., 2e sér., t. IV); Paris, 1835.

Baird . . . . *The natural history of the British entomostraca* (Magaz. of zool. and bot., t. I et II); Londres, 1837 et 1838.

[1] La bibliographie ci-dessus ne comprend que les ouvrages ayant rapport aux sujets traités dans cette première partie de mes recherches. Elle offre quelques lacunes, mais peu importantes, et qui résultent de ce que je n'ai voulu y inscrire que les ouvrages que j'avais pu lire moi-même.

RATHKE . . . . Divers articles dans *Burdach* (TRAITÉ DE PHYSIOLOGIE, traduit par Jourdan, t. III); Paris, 1838.

MILNE-EDWARDS . . . . . *Histoire naturelle des crustacés* (suites à Buffon); Paris, 1834 à 1840.

DUJARDIN . . . . *Manuel de l'observateur au microscope* (Roret), atlas; Paris, 1842.

C.-TH. DE SIEBOLD . . . . *Manuel d'anatomie comparée* (traduit par MM. Spring et Lacordaire), t. I, 2ᵉ part.; Paris, 1849.

MILNE-EDWARDS . . . . . *Crustacés* (RÈGNE ANIMAL DE CUVIER); Paris, 1849.

W. ZENKER . . . . *Ueber die geschlechts Verhältnisse der Gattung Cypris* (MULLER'S ARCHIV.); 1850.

— — *Physiologische Bemerkingen über die Daphnoïden* (ARCHIV VON MULLER, p. 112); Berlin, 1851.

— — *Anatomisch-systematisch Studien über Krebsthiere* (AUS DEM ARCHIV FUR NATURGESCHICHTE, XXˢᵗᵉ Jarhrg.); Berlin, 1854.

JONES . . . . *General outline of the organisation of the animal kingdom;* Londres, 1855.

J.-V. CARUS . . . . *Icones zootomicae;* Leipzig, 1857.

J. LUBBOCK . . . . *An account of the two methods of reproduction in Daphnia, and the structure of the Ephippium* (PHILOS. TRANSACT., t. CXLII, 1ʳᵉ part.); 1857.

SNELLEN VAN VOLLENHOVEN. *Natuurlijke historie van Nederland* (GELEEDE DIEREN); Haarlem, 1859.

VAN BENEDEN ET GERVAIS . *Zoologie médicale*, t. I; Paris, 1859.

LUCAS. . . . . *Histoire naturelle des crustacés, des arachnides et des mygriapodes;* Paris, 1862.

F.-H. TROSCHEL . . . . . *Handbuch der Zoologie;* Berlin, 1864.

FR. LEYDIG . . . . *Traité d'histologie comparée* (traduit par R. Lahillonne); Paris, 1866.

65

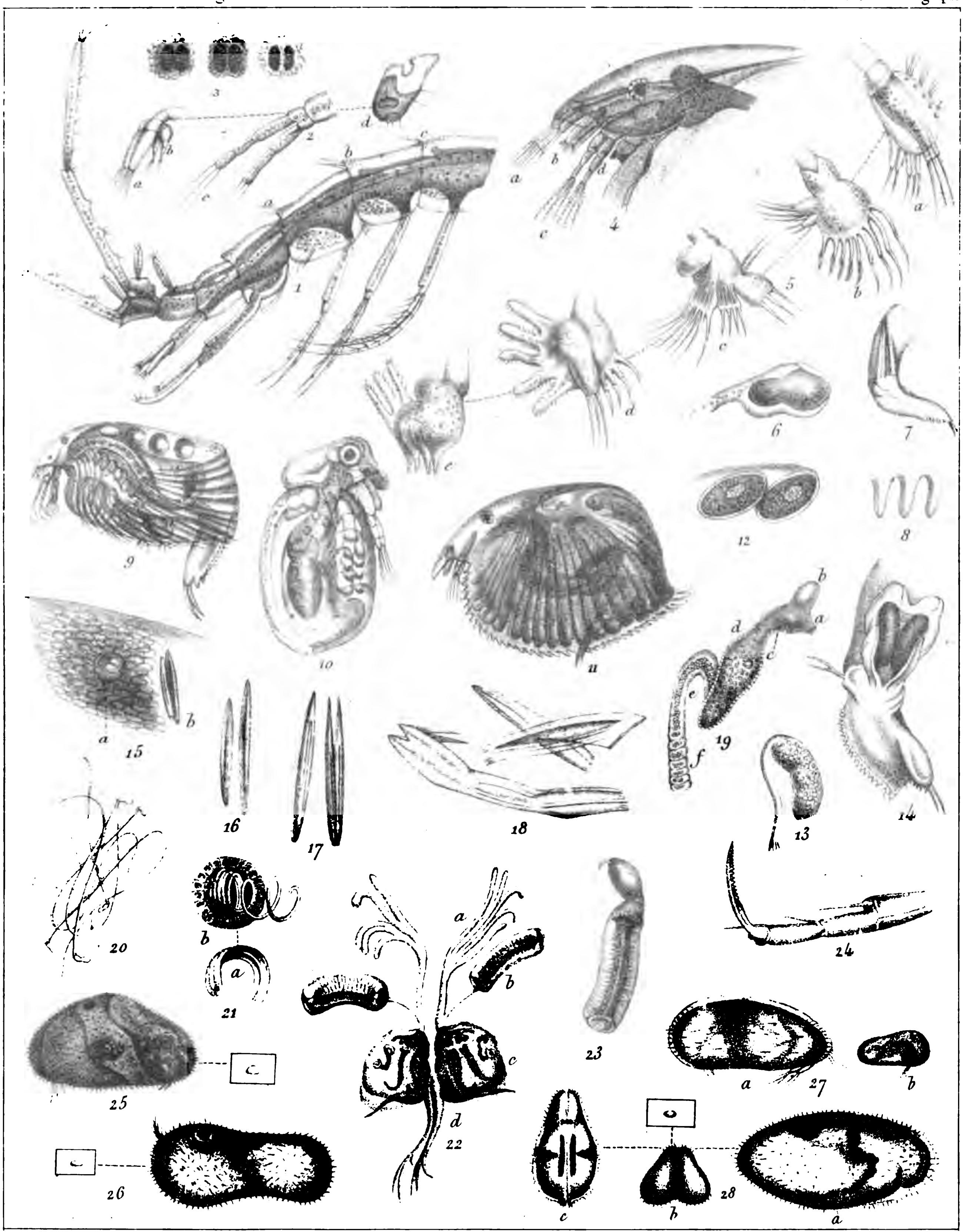
EXPLICATION DE LA PLANCHE.

		Grossissements linéaires.
Fig.	1. Moitié postérieure du corps d'un *Gammarus puteanus*, adulte, *a*, *b*, *c*, les épines dorsales	15
—	2. Antennes, etc., de *L. trigonellus : a*, antennes; *b*, palpes; *c*, antennes de la seconde paire; *d*, mâchoire droite	100
—	3. Trois phases du développement de l'œil chez l'embryon	50
—	4. Extrémité céphalique de *L. lamellatus* mâle : *a*, antennes de la première paire; *b*, palpes; *c*, antennes de la seconde paire; *d*, mâchoire visible à l'extérieur par suite de la pression à laquelle la préparation est soumise .	40
—	5. Membres respiratoires de *L. lamellatus : a*, patte natatoire; *b* et *c*, pattes exécutant les mouvements de tourbillonnement; *d* et *e*, pattes respiratoires proprement dites	100
—	6. Cœur d'embryon de *L. lamellatus*	100
—	7. Muscles de la queue de *L. sphaericus*	50
—	8. Dents garnissant le bord des valves du *L. truncatus*	100
—	9. *L. quadrangularis* adulte	40
—	10. Embryon de *L. lamellatus* montrant le développement énorme des palpes, les membres respiratoires au nombre de cinq paires, le tube digestif sans circonvolutions et le cœur	50
—	11. *Lynceus truncatus* adulte	50
—	12. *Ephippiums* isolés de *L. sphaericus*	50
—	13. Testicule isolé de *L. lamellatus*	40
—	14. Appareil reproducteur mâle de *L. lamellatus*	50
—	15. Formation de l'*ephippium* chez un *L. sphaericus : a*, gouttelette huileuse; *b*, spermatozoïdes	50
—	16. Spermatozoïdes de *L. sphaericus*	100
—	17. — de *L. truncatus*	100
—	18. — de *L. lamellatus;* on en voit quatre réunis en série . . .	100

		Grossissements linéaires.
Fig. 19.	Tube digestif de *L. lamellatus* (cette fig. est dessinée d'après un tube digestif déroulé) : *a*, œsophage; *b*, diverticulum; *c*, premier renflement; *d*, estomac; *e*, intestin grêle; *f*, gros intestin	30
— 20.	Spermatozoïdes de *Cypria ovum*	100
— 21.	Capsule glandulaire renfermant le canal du *receptaculum seminis* de la *C. puber*, femelle	30
	a. Une portion du canal plus grossie	100
— 22.	Appareil reproducteur mâle de la *C. monacha* : *a*, testicule; *b*, glande muqueuse; *c*, penis; *d*, queue	20
— 23.	Prolongement sacciforme de la glande muqueuse de l'appareil mâle de *C. monacha*	30
— 24.	Pied de la première paire de *C. Westwoodii*	100
— 25.	*Cypris puber*, adulte	15
— 26.	— *Strausii*, adulte	20
— 27.	— *fusca* : *a*, adulte; *b*, jeune	20
— 28.	— *quadripartita* : *a*, profil d'adulte	30
	b. Vue d'arrière en avant; *c*, vue en dessus	20

FIN.





F. Plateau, ad nat. del. Lith. par G. Severeyns Lith. de l'Acad. Roy.

MÉMOIRE

SUR LA

FORMATION DU BLASTODERME

CHEZ LES

AMPHIPODES, LES LERNÉENS ET LES COPÉPODES,

PAR

M. Édouard VAN BENEDEN,

DOCTEUR EN SCIENCES NATURELLES, A LOUVAIN,

ET

M. Émile BESSELS,

DOCTEUR EN SCIENCES NATURELLES, A STUTTGART.

(Présenté à la classe des sciences de l'Académie royale de Belgique, le 6 juin 1868.)



TABLEAU SYNOPTIQUE.

INTRODUCTION.

Circonstances dans lesquelles ce travail a pris naissance. — Historique de la question du mode de formation du blastoderme dans les Arthropodes.

CHAPITRE PREMIER.

AMPHIPODES.

§ I. — *De l'œuf.*

Formation de l'œuf. — Sa constitution. — Signification de la membrane unique, qui se forme dans l'oviducte.

§ II. — *Premiers phénomènes embryonnaires.*

Fractionnement du vitellus chez le *Gammarus locusta* et d'autres Amphipodes marins. — Formation du blastoderme chez les mêmes. — Formation du prétendu micropyle. — Formation du blastoderme chez les *Gammarus* d'eau douce sans fractionnement.

CHAPITRE II.

LERNÉENS.

§ I. — 1er Type. — *Chondracanthus.*

Formation et composition de l'œuf. — Fractionnement. — Formation du blastoderme.

§ II. — 2me Type. — *Anchorella, Clavella, Caligus, etc.*

Composition de l'œuf. — Formation des premières cellules du blastoderme. — Extension progressive du blastoderme.

CHAPIPRE III.

COPÉPODES.

Composition de l'œuf. — Fractionnement du vitellus. — Formation du blastoderme. — Conclusions générales.

Explication des planches.

MÉMOIRE

SUR LA

FORMATION DU BLASTODERME

CHEZ LES

AMPHIPODES, LES LERNÉENS ET LES COPÉPODES.

INTRODUCTION.

La publication d'un livre est quelquefois dans l'histoire d'une science un événement mémorable, dont les effets se font ressentir pendant de longues années. Elle ouvre à cette science une voie nouvelle, et tous les ouvrages qui reçoivent le jour à partir de ce moment n'ont qu'un seul et même objet, celui d'élargir et d'étendre le chemin ouvert par l'apparition de ce premier livre.

Les grands travaux de M. C.-E. von Baër, publiés au commencement de ce siècle, jetèrent les bases de l'embryogénie; et à lui restera la gloire d'avoir fait ressortir les vrais caractères embryogéniques de l'embranchement des vertèbres. D'illustres observateurs se sont chargés de continuer l'œuvre que M. von Baër avait commencée; et l'embryogénie est devenue la base de la classification du règne animal.

En 1839 M. Schwann publia, lui aussi, un livre qui devait faire entrer la science dans une phase nouvelle : il ouvrit la voie de l'histologie en faisant connaître la structure cellulaire des animaux.

Et en quelques années cette nouvelle science avait fait des progrès immenses : ce que M. Schwann avait fait pour les animaux supérieurs, Kölliker, Leydig et d'autres le firent pour les animaux des autres embranchements; ils ont créé l'histologie comparée. Cette branche devait jeter sur la connaissance de la structure des animaux supérieurs la même lumière que l'anatomie comparée avait répandue sur celle des êtres les plus élevés de la nature, de l'homme en particulier.

L'histogénie devait surgir avec l'anatomie de structure : on ne pouvait pas se contenter de connaître la texture d'un organe ou d'un tissu à un moment donné de son évolution; il était nécessaire de savoir en même temps quelles sont les phases successives par où il passe avant d'atteindre ses caractères définitifs. Il importait de prendre les organes à leur origine et de les suivre à partir du moment où l'embryon ne consiste qu'en une lame de cellules toutes semblables formant le blastoderme.

Ici se présente une question qui, au point de vue de la théorie cellulaire, a une importance capitale : c'est celle de savoir comment l'embryon se rattache à sa mère; question qui en réalité en comprend deux autres : quelle est la relation existant entre l'œuf et la première couche cellulaire de l'embryon; et quelle est la signification de l'œuf au point de vue de la cellule. L'œuf est-il une cellule de la mère s'isolant pour constituer la première cellule de l'embryon ou bien est-ce un produit de la mère, sans être ni une cellule, ni un composé de cellule? Des solutions très-diverses ont été données de ce problème si intéressant au point de vue de la théorie cellulaire; mais la science n'a pas dit son dernier mot.

Depuis longtemps l'un de nous, M. Édouard Van Beneden, s'occupait de l'étude comparative de l'œuf dans différentes classes du règne animal, de son mode de formation et de sa signification. En ce qui regarde la question de la composition du vitellus, il en était arrivé à cette conclusion, que dans le vitellus de tout œuf il faut distinguer deux parties bien distinctes, l'une est le protoplasme de la cellule-œuf dont la vésicule germinative est le noyau; l'autre, au contraire, est une substance nutritive pour l'embryon ne faisant pas partie intégrante de la cellule-œuf, *pouvant se trouver en suspension dans le protoplasme, ou rester complétement en dehors de lui.* Tantôt elle est

constituée de cellules, tantôt au contraire ces éléments nutritifs ne présentent rien des caractères de véritables cellules. La proposition admise comme axiome, que l'œuf est une cellule, ne présente donc pas le cachet de vérité qui doit caractériser tout principe scientifique. Certes, *dans tout œuf il y a une cellule, que nous désignons par le nom de cellule-œuf;* mais tout œuf n'est pas une cellule : certains œufs, ceux des Trématodes, par exemple, sont de véritables amas de cellules.

L'étude du mode de formation de l'œuf était évidemment nécessaire pour arriver à la connaissance exacte de sa composition, tout comme l'étude de l'embryogénie d'un animal est indispensable pour qu'il soit possible de comprendre la vraie valeur des organes qui le composent à l'état adulte. Mais on trouve dans l'étude du mode de formation du blastoderme un moyen précieux de vérifier l'exactitude des résultats auxquels on a été conduit par l'étude de la formation de l'œuf. La connaissance de la relation existant entre la première couche cellulaire de l'embryon d'un côté, les diverses parties constitutives de l'œuf de l'autre, est une donnée trop précieuse dans la question de la signification de l'œuf, pour qu'on puisse la négliger. Si l'on voit les cellules du blastoderme dériver de l'œuf par la division de celui-ci, et les noyaux de ces cellules n'être que des portions de la vésicule germinative, il est clair que l'œuf est lui-même une cellule, dont la vésicule de Purkinje est le noyau.

En d'autres termes, la question de la signification de l'œuf repose sur les relations qui existent entre lui et les cellules de l'embryon aussi bien que sur celles qui l'unissent à l'organe où il a pris naissance. M. Édouard Van Beneden avait fait des recherches assez étendues sur le mode de formation de l'œuf chez les Arthropodes, et les résultats que nous publions plus loin sur ce point lui appartiennent en propre.

L'étude du mode de formation du blastoderme chez ces animaux était le complément nécessaire de ses premiers travaux : son but principal était, en partant pour Ostende, au mois d'avril dernier, d'étudier la formation du blastoderme chez les crustacés. M. Émile Bessels s'était, de son côté, beaucoup occupé de l'embryogénie des Arthropodes, et en venant rejoindre un ami pour faire avec lui un séjour de quelques semaines au bord de la mer, son but était de poursuivre ses études favorites. L'étude du mode de formation du

blastoderme avait pour lui une importance capitale : l'histogénie est aujourd'hui intimement unie à l'embryogénie et la connaissance du mode d'apparition de la première couche cellulaire de l'embryon est une base nécessaire et préalable à toute étude ultérieure.

Comme nous le disions dans le résumé que nous avons publié de notre travail, de cette analogie de but sortit tout naturellement la proposition de travailler en commun ce sujet si important à des points de vue très-divers.

La proposition acceptée, nous nous sommes mis à travailler chacun de son côté, en nous communiquant mutuellement le résultat de nos observations, qui toujours ont été ultérieurement vérifiées en commun. C'était le meilleur moyen de marcher sûrement.

Telles sont les circonstances dans lesquelles notre travail fut entrepris et achevé.

C'est à Rathke [1] que l'on doit les premières recherches relatives à l'embryogénie des crustacés, et les travaux embryogéniques de cet illustre observateur resteront comme un des plus beaux monuments élevés par la science moderne; mais à l'époque où il publia ses magnifiques travaux, l'histologie était encore dans l'enfance et on ne s'occupait guère que de l'étude des formes successives des organes et des individus. L'idée prédominante dans ces recherches était de trouver des analogies entre les vertébrés et les animaux inférieurs. L'histogénie n'avait pas vu le jour et l'étude du mode de formation du blastoderme n'avait qu'une importance médiocre.

On avait dit tout ce qu'on pouvait dire à cette époque, quand on avait montré qu'il apparait d'abord à un point de la surface du vitellus une lame de substance albuminoïde blanchâtre; que cette lame s'étend de plus en plus pour entourer complétement le vitellus, puis se façonne pour former des organes rudimentaires et constituer les premiers linéaments de l'embryon.

Ces données ne sont plus suffisantes aujourd'hui pour satisfaire les exigences de la science. Cette matière albuminoïde est formée de cellules; il faut qu'on sache ce que sont ces cellules, d'où elles viennent et comment

[1] Rathke, *Untersuchungen über die Bildung und Entwickelung des Flusskrebsen*. Leipzig; 1829. — M. Rathke, *Zur Morphologie. Reisebemerkungen aus Taurien*. Riga und Leipzig; 1837.

elles se forment. La connaissance exacte du mode de formation du blastoderme est absolument nécessaire, vu l'immense extension qu'ont prise les études histologiques.

Il a fallu un certain temps pour que de nouveaux observateurs continuassent les recherches que Rathke avait commencées sur l'embryogénie des Arthropodes : tout était à faire à cette époque, et l'on comprend que le groupe des articulés, dont l'embryogénie offre des difficultés très-grandes, ait été oublié ou tout au moins négligé pendant un certain temps. Mais dans ces dernières années, ce groupe si intéressant a été entamé avec vigueur; c'est surtout vers lui que sont tournés aujourd'hui les regards des embryogénistes. Le mode de formation du blastoderme a été étudié, et des opinions tres-diverses ont été émises sur cette question.

Weissmann [1], dans ses magnifiques travaux sur l'embryogénie des Diptères, et tout dernièrement Dohrn [2], dans ses études embryogéniques sur les Asellus, ont émis, au sujet de la formation du blastoderme, des opinions qui se rapprochent beaucoup les unes des autres. Le vitellus subit tout d'abord un retrait, quelquefois accompagné d'une sorte de fendillement; il exprime une substance transparente qui se porte à la périphérie de l'œuf et y constitue une zone pâle, que Weissmann désigne sous le nom de *blastème* (*Keimhautblastem*). C'est la couche mère des cellules du blastoderme; on y voit apparaître un certain nombre de noyaux transparents, qui, pour Weissmann, s'y produisent *par formation libre*. La couche elle-même se divise autour de ces noyaux et se résout en une couche de cellules distinctes les unes des autres. Ces auteurs ne trouvent aucune assimilation possible entre ce phénomène et celui du fractionnement observé chez la plupart des animaux.

M. Leuckart [3] a vu chez le *Melophagus ovinus* les cellules du blastoderme

[1] Weissmann, *Die Entwicklung der Dipteren. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Insecten.* Leipzig, 1864. — *Die Entwicklung der Dipteren im Ei, nach Beobachtungen an Chironomus*,... Zeitschrift für wiss. Zool. Band 13, 1863, p. 112.

[2] Dohrn, *Die embryonale Entwicklung der* Asellus aquaticus. Zeitschrift für wiss. Zool. Band 17, 1867.

[3] Leuckart, *Die Fortpflanzung und Entwicklung der Pupiparen, nach Beobachtungen an Melophagus ovinus* (*Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zù Halle*, vol. IV), p. 210.

se former comme Weissmann l'avait observé chez les *Chironomus,* et M. Claparède [1] a reconnu chez les Arachnides un mode de formation analogue. Mais ces savants pensent, contrairement à l'opinion émise par Weissmann, que la formation de ces cellules est au fond assimilable au fractionnement. La formation du blastoderme des Arthropodes résulterait d'une sorte de fractionnement superficiel et les noyaux que renferment ces cellules pourraient bien n'être qu'une portion de la vésicule germinative, qui se diviserait au lieu de disparaître.

M. Mecznikow [2], dans son beau travail : *Embryologische Studien an Insecten*, se range à peu près de l'avis de Leuckart; il considère la formation du blastoderme chez les Insectes comme un phénomène au fond assimilable au fractionnement. Il a vu chez les Cécidomyes et les Aphides la vésicule germinative se diviser et les portions de celle-ci devenir les noyaux des cellules blastodermiques. Il ne doute pas que le même phénomène ne se produise chez les autres insectes.

Une opinion complétement différente a été émise par M. Robin [3]. Il admet la formation par gemmation des cellules du blastoderme.

M. de la Valette S[t]-George [4], dans ses recherches sur le développement des Amphipodes, émet une opinion toute différente. Pour lui il s'opère, avant tout autre phénomène, une séparation entre les deux éléments distincts qui entrent dans la composition du vitellus, le vitellus de formation et vitellus de nutrition. Le vitellus de formation se divise en petites masses renfermant un noyau, qui n'est peut-être qu'une portion de la vésicule germinative; ces petites masses se portent à la périphérie de l'œuf et constituent les cellules du blastoderme. Nous aurons du reste à revenir plus loin sur son opinion.

Tous ces avis si divers se rapportent au cas où l'œuf ne présente pas un véritable fractionnement, comparable à celui des autres animaux.

[1] Claparède, *Recherches sur l'évolution des araignées*, Utrecht, 1862. — *Natuurkundige verhandelingen uitgegeven door het Provinciaal Utrechtschgenootschap van kunsten en wetenschappen*, deel 1, stuk 1.

[2] *Embryologische Studien an Insecten*, p. 483. Zeitschr. für wiss. Zool., Band 16.

[3] Robin, *Mémoire sur la production des cellules du blastoderme sans segmentation du vitellus chez quelques articulés.* Comptes rendus, t. LIV, p. 150.

[4] De la Valette S[t]-George, *Studien über die Entwicklung der Amphipoden*. Halle, 1860.



Ces opinions très-différentes en apparence le sont-elles autant en réalité? s'il en est ainsi, laquelle de ces opinions est la vraie? Dans le cas contraire, comment peut-on les concilier en les ramenant à une seule qui soit l'expression de la vérité; voilà autant de questions que l'on doit nécessairement se poser.

Un véritable fractionnement du vitellus a été observé chez un certain nombre de crustacés. Rathke et d'autres observateurs ont reconnu le fractionnement partiel chez les *Décapodes*.

Le fractionnement total a été signalé par M. P.-J. Van Beneden [1] chez les *Nicothoë* dès 1848; Leydig l'a observé chez les *Phyllopodes* des genres *Branchipus* et *Artemia* [2] et chez certains entomostracés (*Daphnia brachiata* [3]), Claus [4] a vu le phénomène se produire chez les Copépodes; Fritz Müller l'a reconnu chez le Lerneodiscus et les Cirrhipèdes [5], Leuckart chez les Pentastomes [6], enfin Kauffmann [7] a annoncé le premier avoir trouvé la segmentation totale du vitellus chez les Tardigrades.

Ces divers savants ont admis que les globes vitellins situés à la périphérie de l'œuf s'éclaircissent, à la fin du fractionnement, et se transforment en cellules du blastoderme. C'est du reste l'opinion admise par la plupart des embryogénistes, pour le cas de fractionnement total. Mais quel rôle jouent dans cette hypothèse les globes situés au centre de l'œuf? On admet généralement *qu'ils se fondent les uns dans les autres* pour former la masse vitelline centrale de l'œuf. Mais, d'après ces auteurs, les globes vitellins comme l'œuf lui-même sont de véritables cellules; et il nous semble antirationnel

[1] P.-J. Van Beneden, *Mémoire sur le développement et l'organisation des Nicothoë*. Mém. de l'Acad. roy. de Belg., t. XXIV.

[2] Leydig, *Ueber Artemia salina und Branchipus stagnalis*. Zeitschrift für wiss. Zool., Band III, 1851.

[3] Leydig, *Naturgeschichte der Daphniden*. Tübingen, 1860, p. 172.

[4] Claus, *Zur anatomie und Entwickelungsgeschichte der Copepoden*. Trochel's Archiv., 1858.

[5] Fritz Müller, *Die Rhizocephalen, eine neue Gruppe schmarotzender Krebse*. Archiv. für Naturgeschichte, 1862. — Für Darwin, p. 64.

[6] Leuckart, *Bau und Entwickelungsgeschichte der Pentastomen*. Leipzig und Heidelberg, 1860.

[7] Kauffmann, *Uber die Entwickelung der Tardigraden*. Zeitschrift für wiss. Zool., 1851, Band III.

d'admettre une destruction de cellules, à un moment où tous les efforts de la nature doivent tendre à en former.

Il y a lieu de se demander, quand on voit, chez des animaux appartenant à un même groupe naturel, le fractionnement tantôt se produire, tantôt manquer complétement, d'où vient cette différence si grande dans les premiers phénomènes embryonnaires et quelle analogie existe entre ces modes de formation du blastoderme si différents.

C'est à ces diverses questions que nous avons cherché à répondre, en faisant l'étude approfondie du mode d'apparition des cellules blastodermiques dans un bon nombre d'animaux d'un même groupe naturel.

Nos recherches ont porté principalement sur trois groupes de crustacés : les Lernéens, qui ont été complétement oubliés jusqu'ici pour ce qui regarde les premiers phénomènes embryonnaires;

Les Amphipodes, sur lesquels M. de la Valette a publié un travail remarquable dont nous rendrons compte plus loin;

Enfin les Copépodes, dont M. Claus s'est occupé avec ardeur dans ces dernières années, comme nous le verrons dans la suite de notre travail. Par Copépodes nous entendons les Copépodes libres, que nous distinguons des Copépodes parasites, qui forment le groupe des Lernéens.

CHAPITRE PREMIER.

AMPHIPODES.

---

§ I. — De l'oeuf [1].

Formation de l'œuf. — Nous nous occuperons d'abord de la formation de l'œuf, et nous tâcherons de traiter le plus brièvement possible ce sujet, qui ne rentre pas directement dans le cadre de ce travail. Il est cependant

[1] Comme il est dit plus haut dans l'introduction, page 7, les observations relatives à la formation et à la composition de l'œuf sont exclusivement propres à l'un de nous, M. Édouard Van Beneden.



d'une absolue nécessité de connaître sa composition et de dire quelques mots de son mode de formation, pour pouvoir se rendre compte de la valeur des phénomènes qui s'y produisent ultérieurement.

M. de la Valette [1] a observé que primitivement l'œuf est une cellule épithéléale, qui, d'après lui, est entourée, dès le début, par une membrane nettement accusée, renferme un contenu granuleux et une vésicule germinative, dans laquelle se trouvent un grand nombre de nucléoles. Bientôt il apparaît dans le contenu jusqu'ici incolore du jeune œuf, des gouttelettes d'une substance violette. Voici comment il s'exprime en parlant de la formation de ces éléments vitellins : *Erst durch wiederholte Untersuchung völlig frei praparirter Eierstöcke, welche ohne Deckglas unter das Mikroskop gebracht wurden, bin ich über das Verhältniss des gefärbten Dotters zu der Eizelle in's Klare gekommen, und darf bestimmt annehmen dass derselbe sich innerhalb der Zellmembran entwickelt* [2].

L'auteur ajoute en note que sa première opinion a été toute différente. Il a cru que le vitellus se formait en dehors de l'œuf, pour se déposer ensuite autour de l'ovule primitif, et qu'ultérieurement une membrane se formait autour de l'œuf ainsi accru.

M. Leuckart a émis sur l'origine de l'œuf des crustacés en général une opinion toute différente, puisqu'il croit que la vésicule germinative se forme en premier lieu et que plus tard seulement elle s'entoure d'une mince couche de substance vitelline qui va constamment en s'accroissant [3].

Nos observations sur le mode de formation des œufs des Amphipodes sont en divers points différentes de celles de M. de la Valette, et ne sont guère favorables à l'opinion de M. Leuckart relativement à la préexistence de la vésicule germinative.

Nous n'entrerons point ici dans l'examen de la question de l'origine de l'œuf, réservant pour un autre travail nos recherches sur cette question. Nous dirons seulement que le jeune œuf est primitivement, comme M. de la

[1] *Studien über die Entwickelung der Amphipoden;* Halle, 1860, p. 5.

[2] *Loc. cit.*, p. 5.

[3] R. Wagner, *Handwörterbuch der Physiologie*, Bd. IV. Art. Zeugung, von Dr prof. R. Leuckart.

Valette l'a observé, une cellule transparente finement granuleuse, limitée, il est vrai, par un contour net, mais montrant manifestement des mouvements amœboïdes analogues, quoique moins prononcés, à ceux que nous avons observés chez les Lernéens. Cet œuf, cellule protoplasmatique, est dépourvu de membrane; son volume s'accroît successivement et ses caractères s'écartent de plus en plus de ceux des cellules primitives.

Le noyau, de dimension considérable, relativement au volume de la cellule, renferme un grand nombre de petits corpuscules assez réfringents, qui grandissent en même temps que l'œuf lui-même et représentent évidemment la tache de Wagner.

Jusqu'ici la masse protoplasmatique est claire et transparente, et tous les jeunes œufs se trouvent à la paroi latérale de l'ovaire, non éparpillés sur toute sa surface, mais réunis les uns aux autres en une bande longitudinale, qui mérite en tous points le nom de germigène.

Le reste du tube sexuel femelle est rempli par des œufs beaucoup plus avancés et tous au même degré de développement.

Les parois de l'ovaire sont tapissées intérieurement par une couche de cellules épithéléales. Cet épithéléon envoie à l'intérieur de l'utricule ovarien des prolongements en forme de cloisons transversales incomplètes, qui séparent les œufs les uns des autres; mais nous devons ajouter que ces cellules présentent des caractères tout différents de ceux que nous avons reconnus chez les jeunes œufs.

Nous avons cru d'abord que ces cellules épithéléales élaboraient les éléments vitellins; mais que, cette élaboration n'avait lieu qu'après que le protoplasma des jeunes œufs avait absorbé ces cellules, en les entourant de sa substance.

Nous pensions que la cellule épithéléale, après avoir pénétré dans la substance protoplasmatique du jeune œuf, donnait naissance aux vésicules réfringentes, qui constituent les éléments vitellins. Mais nous avons pu nous convaincre que l'apparence cellulaire que présentait quelquefois le protoplasme des jeunes œufs, résultait de l'action de l'eau sur ce liquide et qu'en réalité les éléments vitellins se forment directement dans le protoplasme du jeune œuf.

Il résulte de ceci :

1° Que les jeunes œufs sont primitivement des cellules protoplasmatiques, dont le noyau devient la vésicule germinative ;

2° Que l'œuf contenu dans l'ovaire est une cellule dépourvue de membrane, dans le corps protoplasmatique de laquelle se développent des vésicules réfringentes qui constituent les éléments vitellins.

M. de la Valette a donc raison, quand il dit que les éléments vitellins se forment à l'intérieur de l'œuf. Il a eu tort, à notre avis, d'admettre une membrane cellulaire autour de l'œuf contenu dans les utricules sexuels.

L'œuf, au moment de pénétrer dans la poche incubatrice se trouve constitué de la manière suivante :

Une vésicule germinative, pourvue d'un ou de plusieurs nucléoles, est entourée d'un vitellus, qui, dans les espèces que nous avons étudiées, varie entre le jaune verdâtre et le brun plus ou moins foncé. Ce vitellus est formé d'un liquide visqueux à peu près transparent, quoique finement granuleux, et de vésicules colorées très-réfringentes, qui sont très-probablement de nature albuminoïde. M. de la Valette a parfaitement distingué, en donnant la composition de l'œuf et son mode de formation, ces deux parties constituant réellement le vitellus de l'œuf. Il adopte pour le liquide transparent le nom de vitellus de formation (*Bildungsdotter*) et donne aux vésicules réfringentes celui de vitellus de nutrition (*Nahrungsdotter*).

Il y a longtemps que ces deux mots sont introduits dans la science. Ils furent tout d'abord proposés par Reichert pour désigner les deux parties constitutives de l'œuf des oiseaux : le jaune (vitellus de nutrition) et la cicatricule (vitellus de formation). Mais c'est, à notre avis, introduire une confusion regrettable, que d'appliquer ces mots aux deux principes qui composent le vitellus de l'œuf des crustacés, construit sur un tout autre type. Le protoplasme de l'œuf des crustacés ne correspond aucunement à la substance de la cicatricule de l'œuf des oiseaux : celle-ci est en effet constituée d'un liquide protoplasmatique *tenant en suspension des éléments nutritifs*.

Nous proposons de désigner, sous le nom de protoplasma de l'œuf, le liquide visqueux, finement granuleux et contractile, qui tient en suspension les vésicules réfringentes du vitellus. Ce liquide n'est autre chose que le proto-

plasma de l'ovule primitif, dans la substance duquel sont venus se déposer des éléments hétérogènes, destinés à nourrir plus tard les premiers linéaments de l'embryon. C'est le même liquide, qui, à la fin du fractionnement, se sépare, comme nous le montrerons plus loin, des éléments nutritifs et constitue alors de véritables cellules sans membrane, dont les portions de la vésicule germinative ne sont que les noyaux.

Nous ne trouvons de meilleur nom, pour désigner l'ensemble de ces gouttelettes réfringentes, constituant la plus grande masse du vitellus, que celui de *deutoplasma* [1] par opposition au protoplasma qui sert à désigner la première substance formée de l'œuf. Le vitellus comprend donc le protoplasma de l'œuf et les éléments nutritifs ou deutoplasma. En d'autres termes, nous proposons de substituer, aux noms qu'adopte M. de la Valette pour les choses qu'il a parfaitement distinguées, d'autres dénominations, les noms qu'il adopte supposant un rapprochement que nous ne pouvons admettre, et conduisant à une confusion qu'il est utile d'éviter.

L'œuf est entouré d'une membrane unique, qui se forme au moment où, ayant atteint son volume normal, il passe dans l'oviducte. Cette membrane est-elle une partie durcie du protoplasma de l'œuf, par conséquent une membrane vitelline, ou bien un produit de sécrétion, un chorion?

Avant de répondre à cette question, il est, croyons-nous, tout à fait nécessaire de bien s'entendre sur la signification de ces deux mots, si diversement compris par les naturalistes. Nous entendons la membrane vitelline dans le sens où M. Claparède l'a si nettement définie dans son travail sur les vers Nématodes [2] : C'est la couche externe du protoplasma de l'œuf qui, ayant acquis une densité plus grande que la masse sous-jacente, se sépare de celle-ci par un contour net et tranché. Elle est à l'œuf ce que la membrane cellulaire est à la cellule; elle se forme de la même manière. Il résulte

[1] De δευτερος second et πλασσω je forme. Le mot deutoplasma nous parait avoir un sens mieux déterminé que celui de plasma que nous avions d'abord proposé. Le mot plasma présentait, d'un autre côté, l'inconvénient d'avoir été employé dans des sens très-divers : plasma du sang, plasma cellulaire (*Kölliker*), etc.

[2] *De la formation et de la fécondation des œufs chez les vers nématodes*, par Ed. Claparède. Genève, 1859, p. 32.



nettement de l'étude du mode de formation de l'œuf chez les Amphipodes, que celui-ci est une cellule protoplasmatique sans membrane considérablement agrandie, dont le protoplasma s'est chargé d'éléments hétérogènes, sans que, dans le cours de son développement, il s'entoure d'une membrane cellulaire.

Le chorion, au contraire, doit être considéré comme une membrane formée d'un produit de sécrétion. Il se forme quand l'œuf, ayant atteint son volume normal, est sur le point d'être évacué. Il est une membrane destinée à préserver l'œuf et l'embryon futur de l'action des milieux extérieurs. Cette membrane portera un orifice pour l'entrée des spermatozoïdes, si la fécondation s'opère après que l'œuf a traversé l'oviducte. Dans le cas où, comme chez les Nématodes, la fécondation se fait avant l'entrée dans l'oviducte, un micropyle est complétement inutile.

Comme nous l'avons montré, l'œuf des Amphipodes ne présente, durant son séjour dans l'ovaire, aucune membrane proprement dite : les mouvements amœboïdes qu'il présente, et ce fait que, sous l'influence d'une pression croissante, il n'est possible d'apercevoir ni déchirure, ni écoulement d'un contenu, en sont, à notre avis, des preuves suffisantes. Il est, du reste, impossible de reconnaître, à la périphérie de l'œuf, rien qui ressemble à un double contour : l'œuf est limité par un contour très-net; mais ce même contour foncé existe dans les jeunes œufs composés uniquement de protoplasme et montrant de magnifiques mouvements amœboïdes; on les observe autour des sphères de segmentation, autour des Amœba et des Actinophrys, etc.; et personne ne soutiendra plus aujourd'hui qu'il existe là une membrane.

La membrane qu'on observe autour de l'œuf des Amphipodes qui vient d'arriver dans la poche incubatrice s'est formée dans l'oviducte et présente tous les caractères d'un vrai chorion. Plusieurs auteurs ont signalé l'existence, autour de l'œuf des Amphipodes, de deux membranes distinctes : Meissner [1], par exemple, a prétendu que, chez le *Gammarus pulex,* l'œuf est entouré de deux membranes : l'une, externe, représenterait le chorion;

[1] Meissner, *Beobachtungen über das Eindringen der Samenelemente in den Dotter.* Zeitschrift für wiss. Zool., Bd., VI, p. 285.



l'autre, interne, la membrane vitelline. Celle-ci porte un micropyle, dont on ne reconnaît pas de traces dans le chorion.

Nous ferons remarquer, dès à présent, que Meissner a eu sous les yeux des œufs assez avancés dans leur développement et qu'il a regardé comme membrane vitelline la cuticule qui émane des cellules du blastoderme, la membrane embryonnaire. Il dit que l'on trouve des œufs ne présentant qu'une seule membrane et que, dans ce cas, c'est la membrane portant le micropyle, la membrane vitelline qui fait défaut. Ces œufs n'étaient évidemment que des œufs fécondés depuis peu de temps, dans lesquels le blastoderme n'était pas formé et qui ne présentaient point, par conséquent, la cuticule blastodermique. M. de la Valette pense tout à fait à tort, que dans le cas de l'existence d'une seule membrane, c'est la membrane vitelline qui persiste et non le chorion.

§ II. — Premiers phénomènes embryonnaires.

Rathke est le premier qui ait travaillé l'embryogénie des Amphipodes. Comme nous l'avons dit, l'illustre embryogéniste ne pouvait avoir des connaissances exactes sur la formation du blastoderme, à une époque où l'on ne connaissait rien encore de la structure cellulaire des animaux.

Rathke [1] dit, en parlant de la formation du blastoderme chez les Amphipodes : « Il apparaît d'abord en un point de la surface du vitellus un amas de substance transparente, de nature albuminoïde; celle-ci s'étend de plus en plus autour du vitellus, en partant des points où elle avait d'abord apparu; puis, elle se retire de nouveau pour s'étendre encore. » Comme nous le montrerons, ces résultats ne sont pas conformes à la réalité, et Rathke n'a rien vu chez les Amphipodes qui rappelle le fractionnement soit partiel, soit total du vitellus.

M. de la Valette [2] s'exprime ainsi en parlant de la formation du blastoderme chez les Amphipodes : « Le vitellus de l'œuf qui a pénétré dans la poche incubatrice est divisé en masses irrégulières, qui sont tout autre chose que des globes résultant d'une vraie segmentation.

[1] Rathke, *Zur Morphologie. — Reisebemerkungen aus Taurien*, 1837; Riga und Leipzig.
[2] De la Valette, *Studien über die Entwicklung der Amphipoden*, p. 8.

En ouvrant l'œuf, on trouve, entre les masses vitellines, de petits corps (*Dotterballen*) transparents, à noyaux, dépourvus de membranes. Ces petits corps sont des fractions de cette partie du vitellus, pour laquelle il propose le nom de vitellus de formation, et les noyaux qu'ils renferment sont peut-être des portions de la vésicule germinative.

Ces petits globes se portent à la périphérie pour constituer, en se multipliant et après s'être entourés d'une membrane, la couche blastodermique. » C'est seulement, quand les globes se sont entourés d'une membrane, qu'il leur donne le nom de cellules. — M. de la Valette n'a donc pas vu, chez les différentes espèces de *Gammarus* qu'il a étudiées, le blastoderme se former à la suite d'un fractionnement du vitellus [1].

Les *Gammarus* marins que nous avons étudiés présentent le phénomène de la segmentation totale du vitellus. Nous avons pu plusieurs fois suivre le fractionnement d'un seul et même œuf depuis le début du phénomène jusqu'à la formation du blastoderme. Nous exposerons ici nos observations sur le *Gammarus locusta*.

Nous croyons non-seulement utile, mais absolument nécessaire, de décrire le fractionnement dans tous ses détails, en faisant connaître l'ordre et le mode d'apparition de toutes les lignes et des plans de division. Mais ne nous accusera-t-on pas de faire une besogne fort inutile en exposant un phénomène décrit si souvent et par des naturalistes d'un si haut mérite? Nous espérons nous mettre à l'abri de ce reproche en montrant, en quelques mots, quelles sont les raisons qui nous portent à faire cette description dans tous ses détails.

1° La régularité avec laquelle se produit ce phénomène, plusieurs fois constaté, mais non encore étudié dans le groupe des articulés et que nous avons les premiers reconnu chez des Amphipodes, nous paraît être une raison de quelque valeur.

2° Après avoir fait une étude approfondie du phénomène, en comparant

[1] M. Mecznikow, dans une note de son travail, *Embryologische Studien an Insecten*, déclare avoir observé le fendillement du vitellus (*Dotterzerklüftung*) dans les œufs des Amphipodes (*Embryologische Studien an Insecten*, von Elias Mecznikow. Zeitschrift für wiss. Zool., vol. XVI, p. 283.)

Postérieurement à la publication de notre résumé, l'un de nous a reçu une lettre de M. le Dr Dohrn de Jëna, dans laquelle il lui communique qu'il vient de constater l'existence d'un véritable fractionnement dans des œufs d'Amphipodes, étudiés à Kiel.

les figures que Ecker a données dans ses *Icones physiologicae*, pour la segmentation chez les Batraciens, nous avons trouvé l'identité la plus complète dans le nombre et la disposition des globes, dans le mode et l'ordre d'apparition de tous les plans de division. Ce phénomène si compliqué, se produisant avec des caractères identiques chez des animaux appartenant à des types si différents, nous semble un fait d'une importance assez grande pour exiger toute notre attention, alors surtout que, à côté de cette identité frappante, nous voyons la segmentation se produire avec des caractères bien différents chez les Amphipodes et les Chondracanthes, qui appartiennent cependant à un même groupe naturel.

3° Il est très-important de connaître la disposition des globes vitellins à la fin du fractionnement pour bien juger du mode de formation du blastoderme; or, il est absolument nécessaire d'avoir suivi avec détail l'apparition de chaque plan de division, pour comprendre quelles sont, à la fin de la segmentation, la forme et la disposition des globes.

4° Voyant d'un côté cette régularité remarquable présider à l'accomplissement du phénomène, de l'autre, l'identité complète existant entre le fractionnement chez des animaux appartenant à des types si éloignés, nous avons cherché à exprimer, soit dans une formule algébrique, soit par une courbe géométrique, la loi qui régit ce phénomène si uniforme. Il est inutile de faire remarquer que cette loi est beaucoup moins simple que celle qui est indiquée par beaucoup d'auteurs, qui disent qu'à chaque moment le nombre des globes vitellins est égal au nombre des globes existant avant le dernier fractionnement, multiplié par le facteur 2. Comme nous le montrerons, il existe successivement 2, 4, 8, 12, 16, 24, 32, 40, 56, 64 globes.

Ne parvenant pas, avec la série de ces nombres qui devient plus variée encore à mesure que le nombre des globes devient plus considérable, à trouver une formule algébrique pour représenter la loi du fractionnement, nous avons cherché à l'exprimer par courbe géométrique, au moyen d'un système de coordonnées. Nous avons compté sur l'un des axes le nombre des globes, sur l'autre les temps après lesquels apparaissent de nouvelles divisions. Nous n'avons pu obtenir par cette méthode une courbe constante : la rapidité du phénomène dépend essentiellement de la température. Des œufs, qui présentaient un matin la division en 4, ont été placés en partie sur le porte-objet du

microscope et observés pendant toute une journée. La température du milieu ambiant était de 12 à 14° centigrades. Sous l'influence de la chaleur de l'haleine et des rayons solaires, réfléchis par le miroir du microscope, le fractionnement a progressé avec une extrême rapidité : le soir, vers six heures, le phénomène était terminé. D'autres œufs, retirés en même temps que les premiers de la poche incubatrice, ont été placés dans un verre à montre; le développement avait à peine avancé pendant la journée : le soir ils montraient la division en 8. Les temps ne pouvaient donc nous servir à construire notre courbe. Peut-être un autre, avec les données que nous fournissons, en exposant avec détails la suite du phénomène, sera-t-il plus heureux et pourra-t-il exprimer mathématiquement la loi du fractionnement.

5° En étudiant avec soin la segmentation, nous avons reconnu que, dès le commencement du fractionnement, la place où doit se développer la face ventrale du futur embryon est déterminée. Nous nous réservons de démontrer cette proposition, après avoir donné l'exposé des premiers phénomènes embryonnaires.

Primitivement le vitellus remplit complétement le chorion, qui s'applique immédiatement sur lui; mais, peu après la fécondation, le vitellus subit une sorte de retrait, d'où résulte la formation, aux deux pôles de l'œuf, d'un espace plus ou moins étendu. Immédiatement après, le vitellus se divise en deux portions inégales, par un sillon qui se forme, presque à la fois, sur tout le pourtour de la petite section de l'œuf, et qui s'avance successivement de la périphérie vers le centre.

Chacun des deux globes présente une forme arrondie, quand le sillon vient de déterminer leur séparation, et ils sont bien distincts l'un de l'autre. Mais bientôt ils s'affaissent en perdant cette forme, ils semblent s'accoler l'un à l'autre par une surface de plus en plus étendue et bientôt on ne retrouve plus dans l'œuf qu'une masse vitelline unique, de forme ovale, mais présentant à sa surface une ligne tracée suivant sa petite section. Max Schultze [1] attribue le fractionnement du vitellus comme la division de toute cellule à

[1] Max Schultze, *Observationes nonnullae de ovorum ranarum segmentatione*. Bonn, 1863.

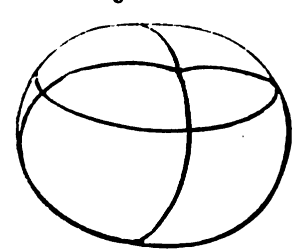
la contractilité de la substance protoplasmatique; il semble que le protoplasme, fatigué de l'effort qu'il a dû produire, pour déterminer la division de l'œuf, perd un instant la faculté de se contracter et de là résulte l'affaissement des deux globes l'un sur l'autre.

On reconnait dans chacun des deux globes un noyau, qui, quand on observe l'œuf à la lumière réfléchie, apparaît comme une tache pâle. Ces noyaux, bien visibles immédiatement après la division, disparaissent bientôt pour reparaître, avec la forme de biscuit, peu de temps avant qu'un nouveau fractionnement se produise.

Un temps d'arrêt s'observe, avant que les deux premiers globes se divisent à leur tour. La longueur de ce temps, comme tout le fractionnement, du reste, dépend essentiellement de la température. La division des deux globes en 4 se fait absolument de la même manière que celle de l'œuf lui-même, par un sillon s'avançant de la périphérie vers le centre, et divisant chacun des globes en deux sections un peu inégales. Il se produit, après la division complète en quatre sections, le même phénomène que nous avons décrit plus haut. Les quatre globes, d'abord bien distincts et arrondis, s'affaissent sur eux-mêmes et s'accolent les uns aux autres par des surfaces de plus en plus étendues. Disons une fois pour toutes, que ce phénomène a lieu chaque fois qu'une nouvelle division vient de se produire. C'est ce que nous avons représenté dans la série des figures 6, 7 et 8, pl. I.

Les quatre globes, ayant chacun la forme d'un segment d'ellipsoïde, vont maintenant fournir la division en 8. Nous avons suivi et représenté les phases successives de cette division dans les figures 5, 6, 7, 8, de la pl. I. Il est à remarquer que toujours quatre des globes d'un même côté sont beaucoup plus petits que les quatre autres. Cette remarque, que nous avons faite déjà pour la division en 2 et en 4, s'applique tout spécialement ici : elle a, du reste, déjà été faite dans plusieurs autres groupes du règne animal et en particulier chez les Batraciens.

Fig. chém. 1.



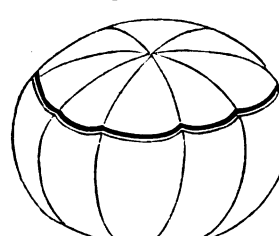
Nous donnons ci-contre une figure chématique représentant la division en 8. Cet état est extrêmement important à considérer pour toute la suite du

fractionnement. Les quatre grands globes d'un côté et les quatre petits de l'autre vont se diviser chacun pour leur propre compte. L'ordre d'apparition des lignes de division sera le même pour les globes de même volume et leurs dérivés, mais différent pour les globes de volume différent; c'est-à-dire que si l'un des petits globes se fractionne, les trois autres se divisent en même temps et de la même manière; mais une division peut parfaitement se produire chez les petits, sans que les grands subissent à ce moment le moindre changement.

Pour pouvoir continuer l'exposition des phénomènes, il est nécessaire de faire certaines conventions : nous appellerons face supérieure de l'œuf, celle que l'on a sous les yeux, quand on voit complétement les quatre petits globes ou leurs dérivés et, à la périphérie, une partie des grands; face inférieure, la face opposée, où les quatre grands globes, cachant complétement les petits, sont seuls visibles. Nous entendons par équateur de l'œuf un plan idéal séparant la face supérieure de la face inférieure; par plan méridien, un plan perpendiculaire à l'équateur, passant par le centre de l'œuf.

Un temps assez considérable s'écoule avant que les huit globes se subdivisent ultérieurement. Après ce temps d'arrêt, chacun des quatre grands globes se divise en deux portions égales par un plan méridien. Très-peu de temps après, on voit les quatre petits globes, qui présentent à ce moment des noyaux très-distincts, en forme de biscuits, se subdiviser de la même manière; les lignes qui séparent les huit globes dérivés des quatre petits coïncident avec celles que l'on distingue entre les huit grands (fig. chém. 2). Seize globes s'étant ainsi formés, un nouveau temps de repos s'écoule avant que le fractionnement continue.

Fig. chém. 2.



Au moment où nous en sommes arrivés, l'œuf divisé en seize globes présente à sa face supérieure l'aspect que nous avons figuré pl. I, fig. 12; sa face inférieure est représentée à la fig. 1 de la pl. II.

A ce moment, chacun des huit petits globes se divise en 2, par la formation d'un plan parallèle à l'équateur (fig. chém. 3). Deux rangées, composées de huit globes chacune, se montrent maintenant à la face supérieure de l'œuf.

Nous pourrions dire ici, à propos de chacune de ces rangées, ce que nous avons dit plus haut à propos des quatre globes de même valeur, au moment où l'œuf présentait la division en 8. Tous les éléments d'une même rangée se comportent de la même manière. Quand l'un se fractionne, tous les autres se divisent en même temps et de la même façon.

Très-peu de temps après que les huit petits globes se sont divisés en 16 par un plan parallèle à l'équateur, les huit grands se divisent de la même manière.

A ce moment il existe donc dans l'œuf quatre rangées superposées, de huit globes chacune. Les plans qui séparent les rangées sont des plans parallèles à l'équateur. Les plans qui séparent les globes d'une même rangée sont des plans méridiens. Il résulte du fait de cette division, s'effectuant par plans méridiens et équatoriaux, que chaque globe a une forme plus ou moins pyramidale, et que ces globes sont disposés de façon à ce que chaque pyramide présente sa base à la périphérie de l'œuf, son sommet dirigé vers un axe central, perpendiculaire à l'équateur. Cette forme et cette disposition sont très-importantes à noter pour la formation du blastoderme.

Fig. chém. 3.

La figure chématique ci-contre représente l'œuf au moment du fractionnement où nous en sommes arrivés. Nous désignons par les chiffres I, II, III, IV les quatre rangées de globes que l'on peut distinguer dans cet œuf, en partant de sa face inférieure. Les globes des rangées II et III vont se diviser maintenant par des plans méridiens, de sorte que chaque rangée comprendra seize globes au lieu de huit. Très-peu de temps après, les globes des rangées I et III se divisent également, non par des plans méridiens, mais par des plans parallèles à l'équateur idéal. Au lieu de quatre, il apparaît ainsi six rangées superposées de globes. La 1re et la 2me sont formées chacune de huit globes; la 3me et la 4me en comprennent chacune seize; enfin, la 5me et la 6me sont dans le même cas que la 1re, elles n'en renferment que huit chacune (fig. chém. 4).

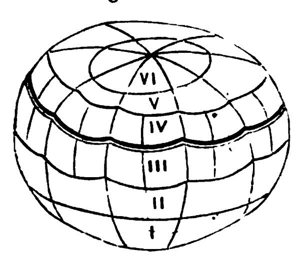
Il suffira de jeter un coup d'œil comparatif sur les figures données par Alex. Ecker, dans ses *Icones physiologicae*, du fractionnement de l'œuf chez

les grenouilles et les figures que nous publions, pour être convaincu de l'identité parfaite qui règne, chez ces animaux si différents, dans l'ordre et le mode d'apparition des plans de division pendant toute la durée du fractionnement.

Mais ici ne s'arrête pas le fractionnement de l'œuf des Amphipodes, pas plus que celui de l'œuf des grenouilles. M. Ecker n'a pas pu poursuivre plus loin le phénomène.

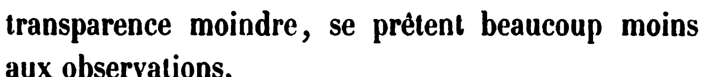
Voici les changements qui se produisent chez le *Gammarus locusta* postérieurement aux dernières modifications que nous avons vues se produire, et à la suite desquelles, l'œuf renfermait six rangées de globes que nous désignons par les chiffres I, II, III, IV, V, VI (fig. chém. 4).

Fig. chém. 4.



Les seize globes des rangées III et IV et les huit de la rangée V se divisent chacun par un plan méridien, de sorte que, à partir de ce moment, on reconnaît trente-deux globes (fig. 5) dans chacune de ces rangées III et IV; seize dans la rangée V. Mais nous devons ajouter que ces derniers changements n'apparaissent pas toujours : dans les œufs d'une autre espèce de *Gammarus*, que nous n'avons pu déterminer, le blastoderme commence à se former, aussitôt que la face supérieure a atteint l'état antérieur aux derniers changements que nous venons de signaler. Les œufs de cette espèce indéterminée, où le blastoderme se forme d'une manière en quelque sorte prématurée, diffèrent notablement par leur coloration de ceux du *Gammarus locusta* : chez ceux-ci les œufs ont une coloration jaune-verdâtre pâle; dans l'autre espèce ils sont d'un brun foncé, et, à cause d'une transparence moindre, se prêtent beaucoup moins aux observations.

Fig. chém. 5.



Mais la face inférieure de l'œuf subit des changements ultérieurs aux dernières divisions que nous y avons vues apparaître. Ces modifications se produisent toujours peu de temps après que le fractionnement s'est terminé à la face supérieure. Ils consistent : dans la division par un plan équatorial des globes de la rangée I et dans

la division par un plan méridien de chacun des huit globes de la rangée II (fig. chém. 4).

Par ces derniers changements se termine le phénomène du fractionnement. Il est important de faire remarquer que pendant toute la durée de la segmentation, les globes sont constamment situés à la périphérie de l'œuf et, qu'au moment où le fractionnement s'achève, une partie des éléments deutoplasmatiques s'est déjà séparée des globes, pour former au centre de l'œuf un dépôt de matière nutritive. Bientôt nous verrons le deutoplasma se séparer complétement du protoplasma et par là s'achèvera la formation du blastoderme.

A la fin du fractionnement nous trouvons sept rangées superposées de globes vitellins (fig. chém. 5). La 1re et la 2me en comprennent 8; la 3me en renferme 16, la 4me et la 5me, dans les œufs du moins, où le fractionnement atteint ses dernières limites, en possèdent 32 chacune; la 6me en a 16 et enfin on en trouve 8 seulement dans la 7me qui occupe la partie centrale de la face supérieure de l'œuf.

A la fin du fractionnement l'œuf renferme donc un nombre total de 112 globes. Comme il nous a été impossible d'exprimer mathématiquement la loi du fractionnement, nous devons nous borner à donner la série successive des nombres de globes vitellins : l'œuf en renferme succesivement 1, 2, 4, 8, 12, 16, 24, 32, 40, 56, 64, 96, 104, 112 [1].

Formation du blastoderme. — Les derniers globes vitellins sont situés sur tout le pourtour de l'œuf et entourent une masse centrale de substance nutri-

[1] Nous avons eu l'occasion de constater le fractionnement total du vitellus et un mode de formation du blastoderme tout à fait identique à celui que nous avons reconnu chez le *Gammarus locusta*, dans un groupe d'Amphipodes tout nouveau, dont nous nous proposons de donner prochainement la description.

Ces crustacés remarquables vivent en parasites sur le *Lophius piscatorius*, et les modifications qu'ont subies les caractères du groupe auquel ils appartiennent, par l'influence de leur vie parasitique, sont d'un haut intérêt à divers points de vue. Nous proposons pour cet animal le nom de *Dermophilus lophii*.

On connaîtra donc bientôt des parasites dans tous les groupes de crustacés. On connaît des Cyrrhipèdes parasites en grand nombre; certaines espèces de baleines en sont littéralement couvertes; les Lernéens sont véritablement des Copépodes parasites; on connaît depuis longtemps des Isopodes parasites; enfin nous venons de découvrir un parasite qui, anatomiquement comme embryogéniquement, est un véritable Amphipode.

tive. Ils ont un diamètre moyen de 0.03 à 0.04^{mm}. Ils présentent une forme polygonale, quand on les observe de face, à la surface supérieure de l'œuf; sur une section idéale ils ont une forme quadrilatère à bord externe convexe, de sorte qu'entre deux globes voisins existe un angle rentrant.

A ce moment s'opère une séparation complète entre les deux principes constitutifs du vitellus : dans chacun des globes les gouttelettes réfringentes s'écartent de la périphérie de l'œuf, de telle manière qu'après peu de temps on distingue très-nettement, dans chacun d'eux, deux parties distinctes : une portion périphérique, formée par le protoplasma de l'œuf, claire et transparente, et une partie interne, où sont accumulés les éléments nutritifs. Nous avons pu suivre parfaitement le retrait successif du deutoplasma et assister à la formation de ces zones extérieures éclaircies des globes, qui vont devenir les cellules du blastoderme.

D'abord il n'est pas possible de reconnaître, dans la partie externe des globes, aucun noyau; mais quand le retrait des éléments nutritifs a atteint certaines limites, le noyau central des globes apparaît dans la partie claire de la périphérie et s'avance de plus en plus vers la surface de l'œuf. On reconnaît dès lors les premières cellules du blastoderme avec tous leurs éléments constitutifs. Il est important de faire remarquer que ce phénomène du retrait des éléments vitellins vers le centre de l'œuf ne s'accomplit pas simultanément sur toute sa surface. Il s'accomplit plus tôt à la face supérieure, où nous avons vu le fractionnement atteindre ses dernières limites, alors qu'il se continuait encore à la face inférieure. Les cellules du blastoderme se forment donc un peu plus tôt à ce côté où la segmentation s'achève d'abord. C'est à ce même point, où se forment d'abord les cellules du blastoderme, que ces cellules se multiplient d'abord, pour produire la bande cellulaire qui doit devenir la face ventrale de l'embryon. Comme la face supérieure de l'œuf est celle où se trouvaient antérieurement les quatre petits globes vitellins, il en résulte que, *dès le début de la segmentation, il est possible de déterminer où apparaîtra la face ventrale et où se formera la face dorsale du futur embryon.* La face ventrale se développe à la place qu'occupent les quatre petits globes.

Les premières cellules du blastoderme présentent d'abord la forme des globes vitellins dont elles dérivent; elles sont très-convexes à leur surface externe; mais bientôt la surface de contact de deux cellules voisines s'étend de



plus en plus et en même temps leur convexité diminue. Bientôt l'ensemble de ces cellules va former autour de la masse nutritive centrale une couche transparente continue. On ne distingue plus que très-difficilement les limites latérales des cellules, accusées seulement par de faibles lignes dirigées dans le sens du rayon de l'œuf. Mais on voit très-distinctement leurs noyaux transparents, qui apparaissent comme des taches pâles. Il n'est pas inutile, pensons-nous, de faire remarquer la grande analogie qui existe à ce moment entre la couche blastodermique de nos crustacés et le blastème que Dohrn a cru observer chez l'*Asellus aquaticus*. Le contour externe des cellules blastodermiques est, au contraire, très-net. Il devient de plus en plus foncé et bientôt on reconnaîtra, autour de la couche de cellules blastodermiques, une membrane continue, à double contour, que nous considérons comme l'homologue de celle que Fritz Müller a fait connaître chez les Ligia, sous le nom de membrane larvaire (*Larvenhaut*).

Immédiatement après avoir sécrété cette membrane, les cellules du blastoderme, jusqu'à présent confondues, au moins en apparence, se détachent de la membrane cuticulaire à laquelle elles ont donné naissance; elles reprennent leur forme arrondie et se séparent entièrement de la masse nutritive centrale.

Jusqu'ici ces cellules ne se sont guère multipliées; leur nombre est resté le même que celui des globes vitellins. Mais après s'être ainsi isolées, elles se multiplient en même temps que leur dimension diminue et le blastoderme s'épaissit en certains points.

Les cellules du blastoderme ne se détachent pas de la membrane embryonnaire sur toute la surface de l'œuf à la fois. Ce phénomène s'opère d'abord à la place où va se développer la face ventrale de l'embryon. Il se produit plus tard sur la plus grande partie de la face dorsale; mais la membrane reste très-longtemps encore soudée aux cellules du blastoderme, *à ce point où se développe le renflement dorsal* (*kugelförmige Organ*), *dans lequel va se former le prétendu micropyle.*

Peu de temps après la séparation des cellules du blastoderme d'avec la matière nutritive dont elles étaient chargées, les éléments nutritifs, jusqu'ici réunis en petites masses distinctes, se confondent en une masse unique. Il semble que le protoplasme jouait le rôle de ciment entre ces gouttelettes et les maintenait groupées en petits amas d'une forme déterminée; mais après

que le ciment a été enlevé, elles se fusionnent en une masse commune. Bientôt après, cette masse se divise en portions irrégulières et inégales, et c'est là le phénomène qui constitue le *fendillement du vitellus,* complétement distinct de la segmentation proprement dite.

La multiplication des cellules du blastoderme par voie de division continue à marcher beaucoup plus rapidement à la face ventrale qu'à la face dorsale de l'embryon; il se produit ainsi un épaississement considérable de la couche blastodermique, c'est la bande cellulaire ventrale (*Keimstreif*), sur laquelle vont se former les appendices. Peu de temps après, la face ventrale s'infléchit vers la face dorsale, en un point situé environ au tiers postérieur du corps; de là résulte la division du deutoplasma en deux masses inégales : l'une plus grande, autour de laquelle va se former le train antérieur de l'embryon; une autre plus petite va donner naissance au train postérieur.

Une multiplication plus rapide des cellules de blastoderme se produit aussi en un point de la surface dorsale et l'on verra bientôt apparaître le renflement dorsal, où va se développer le prétendu micropyle.

Comme nous l'avons fait voir plus haut, l'œuf, avant la fécondation et jusqu'au moment de la formation du blastoderme, est entouré d'une seule enveloppe, qui doit être considérée comme un chorion et non comme membrane vitelline. La prétendue membrane vitelline des auteurs est cette membrane que nous avons vue émaner du blastoderme et que nous avons comparée à la membrane larvaire (*Larvenhaut*) des Isopodes. Nous avons vu le renflement dorsal se produire en même temps que l'inflexion de la face ventrale de l'embryon vers la face dorsale; c'est plus tard seulement que s'y forme le canal, s'ouvrant dans la membrane embryonnaire par un orifice considéré à tort comme micropyle.

Un micropyle est un orifice des membranes de l'œuf destiné à permettre l'entrée des spermatozoïdes. Il est évident qu'un organe qui se forme après la fécondation ne peut être considéré comme tel [1].

[1] Nos observations viennent complétement confirmer des idées émises par Fritz Müller dans son remarquable travail *Für Darwin*, sur la valeur de la prétendue membrane vitelline des Amphipodes. Ce rapprochement hypothétique était basé, non sur des observations directes, mais uniquement sur l'analogie avec les *Ligia* et d'autres *Isopodes*. (Fritz Müller, *Für Darwin*, p. 50 en note.)



M. de la Valette, tout en continuant à donner à cet appareil le nom de micropyle, ce qui fait qu'on a quelque peine à se rendre compte de son opinion, avait reconnu que cet appareil remplit d'autres fonctions; ce qui n'implique pas cependant que, dans son idée, cet organe ne joue pas primitivement le rôle d'un vrai micropyle. Mais dans une lettre qu'il écrivait à l'un de nous il y a quelques jours [1], il déclare être parfaitement convaincu de ce fait que le micropyle ne mérite aucunement ce nom, attendu qu'il ne sert pas à la fécondation.

Au moment où nous avons laissé le renflement dorsal, il ne présentait encore rien qui pût être pris pour un micropyle; mais bientôt on voit la membrane embryonnaire s'infléchir en dedans et se trouer de façon à donner naissance à un orifice en même temps que dans l'épaisseur du renflement dorsal on voit apparaître un vrai canal. Mais contrairement à l'opinion émise par M. de la Valette, ce canal ne s'ouvre pas dans le vaisseau dorsal, qui fait fonction de cœur.

Nous avons terminé ici l'exposé des premiers phénomènes embryonnaires chez les *Gammarus* marins que nous avons étudiés.

Comme nous l'avons déjà dit dans la partie historique dont nous avons fait précéder l'exposé de nos recherches, M. de la Valette, dans son travail sur le développement des Amphipodes, déclare que le fractionnement du vitellus n'a pas lieu chez ces animaux. Il a vu le blastoderme se produire d'après un procédé tout à fait analogue à celui qui se présente chez un grand nombre de Lernéens, avec cette différence cependant que, chez ceux-ci, les cellules primitives du blastoderme sortent en petit nombre d'un seul et unique point de la surface du vitellus, tandis que chez le *Gammarus pulex* des cellules sortent presque à la fois de toute la surface de l'œuf.

[1] A la date du 9 mai il écrivait à M. Édouard Van Beneden :

« Den sogenannten Micropylapparat habe ich auch bei einzelnen Isopoden aufgefunden. Mit der Befruchtung des Eies hat derselbe jedoch nichts zu thun. Ich habe dies auch niemals von den Amphipoden behauptet und brauche mich darüber weder von Fritz Müller (*Für Darwin*, S^e^ 50) noch von Gerstaecker (*Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reiches*, S^e^ 187) belehren zu lassen. »

Il est regrettable que M. de la Valette ne se soit pas plus clairement exprimé à ce sujet dans son travail sur les Amphipodes. En disant que « les Amphipodes sont les seuls crustacés où l'on ait reconnu l'existence d'un micropyle » et en continuant à désigner l'appareil sous le nom de « Micropylapparat, » il a fait croire qu'il acceptait les idées de Meissner.



Il n'était pas possible d'admettre que le phénomène de la segmentation, si évident chez les *Gammarus* où nous l'avons étudié, ait échappé à un observateur aussi consciencieux que M. de la Valette. Cependant, nous avons voulu observer par nous-mêmes des *Gammarus* d'eau douce, et nos recherches ont porté 1° sur le *Gammarus pulex* et 2° sur une espèce qui vit en abondance dans un ruisseau des environs de Louvain, et qui nous semble différente par quelques caractères, dont il est inutile de donner ici l'énumération, des diverses espèces décrites. C'est du *Gammarus fluviatilis* que cette espèce se rapproche le plus. Les œufs, d'une dimension de 0,2^{mm}, se prêtent parfaitement aux recherches : ils sont d'une belle couleur verte et jouissent d'un certain degré de transparence.

Nous avons pu parfaitement nous convaincre de ce fait, qu'il n'y a pas, chez ces espèces, de fractionnement, ni total ni partiel; nous avons vu le blastoderme se former chez le *Gammarus pulex* comme M. de la Valette l'a parfaitement observé et décrit. Nous croyons comme lui que le protoplasme de l'œuf (vitellus de formation) se sépare des éléments nutritifs (vitellus de nutrition) et qu'il se divise en petites masses renfermant un noyau qui n'est autre chose qu'une portion de la vésicule germinative.

Chez l'espèce voisine du *Gammarus fluviatilis*, le phénomène se produit un peu différemment. Le blastoderme se forme d'après un procédé semblable à celui que M. Claparède a observé chez les araignées, avec cette différence toutefois que, quand les noyaux des cellules blastodermiques arrivent à la périphérie, ils sont déjà entourés d'une zone de substance protoplasmatique, représentant le corps de la cellule. Si l'on regarde l'œuf par réflexion, ces cellules apparaissent à sa surface comme autant de taches blanches, tranchant sur le fond vert du vitellus. Mais tandis que chez les *Gammarus pulex* la séparation du protoplasma d'avec le plasma est complète quand les cellules arrivent à la périphérie de l'œuf, elle est incomplète chez le *Gammarus fluviatilis*. La séparation des deux éléments constitutifs du vitellus se continue peu à peu et par là il se fait 1° que le corps protoplasmatique de ces cellules augmente; 2° que le phénomène du fendillement du vitellus apparaît chez notre espèce plus tard que chez le *Gammarus pulex*.

Il résulte de ce qui précède que parmi les espèces d'un même genre les

unes présentent le phénomène de la segmentation, tandis que les autres n'en montrent pas de traces. A ces différences correspondent pour ces espèces des modes de formation du blastoderme bien différents. Il est remarquable que le fractionnement existe chez les diverses espèces d'Amphipodes marins que nous avons étudiées; qu'il manque chez les espèces habitant l'eau douce.

Il résulte de ce fait, que le fractionnement est un phénomène tout à fait secondaire dans le développement : nous montrerons plus loin que ces deux modes de formation du blastoderme, si différents en apparence, sont cependant essentiellement identiques.

Avant de terminer l'exposé de nos observations sur les Amphipodes, nous devons signaler encore une observation qui nous semble très-importante pour la question qui nous occupe. Quand, chez le *Gammarus locusta* et les diverses autres espèces d'Amphipodes marins que nous avons étudiées, le fractionnement a atteint ses dernières limites, nous voyons le protoplasma se séparer complétement du deutoplasma, et immédiatement après celui-ci se fendille en masses irrégulières : *le fendillement succède immédiatement à la séparation complète des deux éléments constitutifs du vitellus.*

Chez les *Gammarus* qui ne présentent pas de fractionnement, le fendillement se produit dès le début du développement, avant qu'aucun autre phénomène embryonnaire se soit manifesté. Il est tout rationnel d'admettre que si le vitellus subit ici aussi ce phénomène, c'est que, dès le début, s'est produite la séparation entre les deux éléments constitutifs du vitellus; et nous trouvons ainsi dans l'existence du fendillement la preuve que c'est bien le protoplasma de l'œuf qui va former chez les uns comme chez les autres le corps des cellules du blastoderme.

Le mode de formation du blastoderme, dans le cas de non-segmentation, se ramène donc en définitive à ce qui a lieu dans le cas où le fractionnement se produit. Dans les deux cas, la formation du blastoderme résulte à la fois de la multiplication par division de la cellule-œuf et de la séparation du protoplasma d'avec les éléments nutritifs du vitellus. La valeur de ce raisonnement ressortira, du reste, encore mieux des faits, après que nous aurons fait voir comment se forme le blastoderme chez les Lernéens.

CHAPITRE II.

LERNÉENS.

Nous avons eu l'occasion d'étudier l'embryogénie d'un nombre considérable de ces animaux, grâce à la grande variété de formes que présente la faune littorale belge.

Nos recherches nous ont conduits à distinguer dans ce groupe d'animaux si bizarres, deux types de développement bien distincts. Le premier type nous est offert par les *Chondracanthus;* le second est suivi par la plupart des autres genres, et en particulier par les *Caligus, Anchorella, Clavella, Congericola, Lernea* et *Eudactylina*. Nous exposerons successivement quels sont, dans chacun de ces types, les phénomènes qui précèdent la formation du blastoderme et nous commencerons par celui des *Chondracanthus*.

§ I. — 1er *Type*. CHONDRACANTHUS.

Plusieurs espèces, la plupart très-communes sur notre côte, où abondent les poissons qui les hébergent, ont fourni le sujet de nos recherches : tels sont les

CHONDRACANTHUS	TRIGLÆ Bl.,	de *Trigla hirundo;*
—	CORNUTUS Mull.,	de *Platessa vulgaris;*
—	SOLEÆ Kr.,	de *Solea vulgaris;*
—	ZEI Quer.,	de *Zeus Faber;*
—	GIBBOSUS,	de *Lophius piscatorius.*

Toutes ces espèces d'un genre extrêmement naturel présentent dans leur développement des caractères parfaitement identiques. La description des phénomènes embryonnaires qui se produisent chez l'une de ces espèces, s'applique parfaitement aux autres. Les seules différences à signaler sont relatives à la forme et surtout à la dimension des œufs. L'œuf est de forme ovale dans le *Chondracanthus Soleæ*, parfaitement sphérique, dans les premiers temps du développement, chez les autres; la dimension des œufs est maximum chez le *Chondracanthus Triglæ*. Nous avons figuré les œufs de cette der-

nière espèce, chez laquelle nous avons suivi tous les phénomènes embryonnaires qui se produisent, jusqu'au moment de la formation des appendices.

Aucun naturaliste, à notre connaissance, ne s'est occupé de l'étude des premiers phénomènes embryonnaires chez les Lernéens; Claus [1] a publié en 1858 un travail sur l'anatomie et l'embryogénie des crustacés parasites. Nous n'avons pas eu entre les mains ce travail; mais nous avons vu les analyses qu'en ont données Gerstaecker [2] dans les archives de Troschel et Keferstein [3] dans sa revue des publications faites, sur les fonctions de génération, pendant les années 1858, 1859 et 1860. Dans aucun de ces comptes rendus nous ne trouvons un mot qui fasse supposer que Claus se soit occupé de l'étude des premiers phénomènes embryonnaires et de la formation du blastoderme. Tout nous porte à croire, au contraire, qu'il a eu uniquement en vue, dans ce travail, l'étude des transformations post-embryonnaires.

Composition et formation de l'œuf. — La connaissance de la composition et du mode de formation de l'œuf nous semble absolument nécessaire, pour bien se rendre compte des premiers phénomènes embryonnaires qui suivent de près la fécondation.

Nous exposerons sommairement ici les observations que M. Édouard Van Beneden a faites sur cette question chez les Chondracanthes; elles seront exposées avec détails, plus tard, dans un autre travail.

Les tubes simples ou ramifiés, qui constituent l'ovaire, semblent formés par une membrane anhyste dépourvue d'une couche épithéléale proprement dite. A leur intérieur on trouve des cellules transparentes à noyau et à nucléole, qui ont tous les caractères de jeunes œufs. Cependant, dans le voisinage de son extrémité aveugle, le tube est rempli d'un liquide visqueux, finement granuleux, tenant en suspension un grand nombre de noyaux pourvus chacun d'un nucléole unique. C'est aux dépens de ce protoplasme à noyaux, que se

[1] C. Claus, *Ueber den Bau und die Entwickelung parasiticher Crustaceen.* Cassel 1858.

[2] Gerstaecker, *Bericht über die Wissenschaftlichen Leistungen im Gebiete der Entomologie während des Jahres 1858.* Troschel's Archiv. 1859, p. 543.

[3] Keferstein, *Bericht über die Fortschritte in der Generationslehre in den Jahren 1858-59-60,* p. 227.

forment les jeunes œufs, qui sont d'abord de petites cellules protoplasmatiques sans membrane. Parmi ces cellules, les unes s'agrandissent et l'on voit le protoplasma se charger successivement de gouttelettes réfringentes; les autres se multiplient par division et ne sont destinées à devenir de véritables œufs, qu'après avoir servi pendant un certain temps à la multiplication.

Ce que ces cellules présentent surtout de remarquable, ce sont les mouvements amœboïdes si parfaitement manifestes qu'elles présentent. Nous avons vu une même cellule prendre successivement, dans l'espace de 15 minutes, toutes les formes que nous avons figurées pl. III, fig. 1 (*a, b, c, d, e, f*); une autre se modifier successivement comme il a été figuré pl. III, fig. 2 (*a, b, c, d, e*). C'est un des plus beaux phénomènes auxquels on puisse assister, que de voir ces premiers rudiments de l'œuf manifester déjà si clairement à la vue la vie qui les anime.

Mais ces phénomènes de vitalité ne se bornent pas à des transformations de formes : nous avons vu sous le microscope de ces jeunes cellules se mouler, pour ainsi dire, sur les particules solides en suspension dans le liquide qui les baignait, les entourer de leur substance et les faire ainsi pénétrer dans leur masse. Pour être plus certains du phénomène que nous avions vu plusieurs fois déjà se produire sous nos yeux, nous avons placé, dans le liquide indifférent où se trouvaient ces cellules, des granulations de carmin et nous avons vu celles-ci pénétrer dans la substance de ces cellules après s'être accolées d'abord à leur surface. Les jeunes œufs se conduisent donc absolument comme les globules blancs du sang et beaucoup d'autres cellules protoplasmatiques sans membrane; ils absorbent à la manière des rhizopodes, et le jeune œuf mange les granulations qui l'entourent, comme l'amœba mange l'infusoire; avec cette différence, toutefois, que l'amœba digère l'infusoire, tandis que la cellule-œuf n'assimile pas les granules qu'elle absorbe.

Il ressort clairement de ce double fait, des mouvements amœboïdes de ces cellules et de la faculté qu'elles possèdent d'absorber les corpuscules en suspension dans le liquide qui les baigne, qu'il n'existe pas autour des jeunes œufs de membrane cellulaire. Il est, du reste, impossible de distinguer une membrane à double contour autour des œufs retirés de l'ovaire; ce fait

a d'ailleurs été reconnu chez les Copépodes par plusieurs auteurs tels que Leydig et Claus [1].

Mais une membrane, qui, par tous ses caractères et son mode de formation, est un vrai chorion, tel que nous l'avons défini plus haut, se forme autour de l'œuf, au moment où il sort de l'appareil générateur femelle, pour pénétrer dans l'ovisac. Cette membrane porte à l'un des pôles de l'œuf, quand il a la forme ovale, comme chez le *Chondracanthus Soleæ*, un petit orifice de forme elliptique, circonscrit par un petit bourrelet qui résulte d'un épaississement du chorion. De là partent en rayonnant de très-faibles petits plis. Cet orifice est évidemment un micropyle et son existence démontre que la membrane qui entoure l'œuf se forme avant sa sortie de l'oviducte, et non pas, comme Leydig l'a observé chez les *Daphnia*, à l'intérieur des ovisacs. La fécondation s'opère, en effet, au moment du passage de l'œuf de l'oviducte dans l'ovisac.

Nous n'avons pu découvrir cet orifice chez les autres Chondracanthes, dans les premiers temps du développement. Mais, comme nous l'avons dit, les œufs présentent chez ces animaux, au commencement du développement, une forme sphéroïdale. Ce n'est que plus tard qu'ils prennent la forme d'un ovale parfaitement régulier. Il n'est pas étonnant que nous n'ayons pas trouvé le micropyle chez ces œufs, qui, à cause de leur forme sphérique, peuvent prendre une infinité de positions sur la lame qui les porte; tandis que ceux qui ont, dès le début, la forme ovale ont toujours le grand axe parallèle au plan sur lequel ils reposent. Et comme le micropyle se trouve toujours à l'extrémité de ce grand axe, qui est l'un des pôles de l'œuf, la place qu'il faut examiner pour le découvrir est parfaitement déterminée. Il n'en est pas de même pour les œufs de forme sphérique, qui ont une infinité de pôles. Mais nous avons fait cette remarque, aussi bien chez les Copépodes que chez les divers Lernéens que nous avons étudiés, que toujours l'œuf, quand il est sphérique au début du développement, devient ovale au moment de la formation du blastoderme. Les Chondracanthus sont dans ce cas, et, quand l'œuf a pris cette forme d'ellipsoïde, on reconnaît distinctement le micropyle

[1] Leydig, *Bemerkungen über den Bau der Cyclopiden*. Troschel's archiv, 1859, p. 204.

avec tous les caractères qu'il présente avant le fractionnement, chez ceux qui, dès le début, affectent une forme ovale.

Ce qui est remarquable, c'est que toujours l'extrémité céphalique de l'embryon se trouve au pôle de l'œuf qui présente le micropyle. Voilà donc un moyen de reconnaître, dès le début, le point où va se former l'extrémité antérieure de l'embryon; nous avons vu que, chez les Amphipodes, on peut déterminer, dès le début du fractionnement, la place où apparaîtra la lame cellulaire ventrale.

Quand on retire l'œuf des ovisacs, on trouve qu'il est entouré d'une double membrane : l'une en général immédiatement appliquée sur le vitellus, c'est le chorion; l'autre, externe, entoure lâchement l'œuf; elle est très-mince et n'est qu'une dépendance de l'ovisac, comme Claus l'a lui-même reconnu.

L'œuf qui vient de pénétrer dans l'ovisac est donc constitué de la manière suivante : il est entouré de deux membranes, l'interne est un chorion, l'externe l'exochorion. Il renferme encore quelquefois la vésicule germinative en suspension dans le vitellus, qui se constitue du protoplasma et du deutoplasma. Nous avons donné plus haut la signification de ces deux mots.

L'œuf des Chondracanthes est toujours extrêmement opaque, de sorte qu'il est absolument nécessaire de l'observer à la lumière réfléchie. C'est de cette manière que nous avons étudié tout le fractionnement de l'œuf; pour l'observation de certains faits, nous avons employé un moyen artificiel, soit la compression, soit un moyen chimique, pour éclaircir le vitellus.

Premiers phénomènes embryonnaires. — La segmentation commence toujours par la division du vitellus en deux portions inégales.

Le chorion s'applique intimement sur le vitellus, et comme celui-ci ne subit guère de retrait avant le fractionnement, il en résulte que les deux globes vitellins se trouvent pressés l'un contre l'autre; leur existence n'est décélée, si on observe l'œuf en l'éclairant par le miroir du microscope, que par l'existence de deux angles rentrants peu profonds.

Le plus petit des deux globes se divise bientôt par un sillon qui s'avance progressivement de la périphérie vers le centre de l'œuf en deux globes de seconde génération. Le plan qui les sépare est toujours perpendiculaire au plan

de séparation des deux globes primitifs. On obtient ainsi la division en 3. Nous avons figuré, pour représenter cet état, un œuf de *Chondracanthus cornutus* qui est remarquable en ce qu'il montre un espace assez étendu entre le vitellus et le chorion.

Cet état de division de l'œuf subsiste très-peu de temps. Bientôt le grand globe se divise à son tour et dès lors l'œuf renferme quatre globes, ayant la forme et la disposition des quatre segments d'une sphère, que l'on aurait divisée par deux plans perpendiculaires passant l'un et l'autre par un même axe.

Bientôt chacun des quatre segments subit un nouveau fractionnement et se trouve partagé en deux portions par un plan perpendiculaire à la fois aux deux faces latérales de ces segments. Mais ce dernier plan est un plan idéal; la ligne de séparation des globes n'est pas toujours un cercle; c'est plus souvent une ligne en zig-zag divisant chacun des quatre globes en deux portions inégales de forme et de grandeur. Nous arrivons ainsi à la division en 8.

Les modifications jusqu'ici signalées se produisent absolument de la même manière dans tous les œufs : tous présentent successivement les divisions en 2, 3, 4 et 8.

A partir de ce moment deux cas peuvent se présenter : il peut arriver que chacun des globes se divise en 2, de façon à fournir la division en 16; mais le plus souvent, on voit l'œuf passer directement de la division en 8 à la division en 32, par la formation simultanée, dans chaque segment, de deux sillons disposés en croix, se produisant d'abord à la périphérie et s'avançant successivement vers le centre de l'œuf. De cette manière, chacun des globes se divise directement en quatre parties de forme pyramidale et disposées de façon à présenter la base à la périphérie de l'œuf et le sommet au centre.

Ce qui est remarquable, c'est que le fractionnement en 4 commence par la division du noyau, et celle-ci s'accomplit absolument comme celle des globes, par la formation simultanée de deux sillons disposés en croix et s'avançant vers l'intérieur. Le noyau se divise directement en quatre parties et non d'abord en deux qui elles-mêmes se diviseraient. Ce fait montre la relation intime qui relie les noyaux des globes au vitellus qui les constitue. La division des noyaux commence un peu avant celle des globes : on trouve des globes qui ne manifestent encore aucune trace de division et dont le noyau

présente déjà clairement les premières traces des deux sillons. Mais le commencement du fractionnement des globes se produit avant que la division du noyau soit achevée.

Quelquefois, comme nous l'avons dit, la segmentation des globes en 2 se continue jusqu'au moment où l'œuf présente la division en 16 et ce n'est qu'à partir de ce moment que commence la division de chaque segment en 4. On trouve dans ce cas la série 2, 3, 4, 8, 16, 64, tandis que la règle générale est la série 2, 3, 4, 8, 32.

Malgré l'opacité du vitellus, il nous a été possible de constater les faits que nous venons d'annoncer, pour ce qui regarde le noyau, soit en comprimant l'œuf d'une manière convenable, soit en le soumettant à l'action de réactifs chimiques, tels que l'acide acétique convenablement dilué, ou la glycérine, après avoir préalablement soumis l'œuf à l'action de l'alcool. La netteté du contour des noyaux est, du reste, une circonstance favorable à la constatation des faits. C'est la division du noyau en quatre parties, par la formation simultanée à sa surface de deux sillons disposés en croix, qui nous a fourni le premier indice de ce singulier mode de fractionnement. Ce n'est que plusieurs jours plus tard, que nous avons constaté que cette division du noyau correspond à une division toute semblable des globes vitellins, et nous avons pu alors étudier dans tous ses détails ce phénomène si intéressant et signalé, croyons-nous, pour la première fois.

La division en 4, une fois commencée, se continue avec les mêmes caractères jusqu'à la formation du blastoderme. L'œuf présente ainsi successivement 2, 3, 4, 8, 32, 128 globes.

Nous avons traité par l'alcool et ensuite par la glycérine un œuf qui présentait la division en 128 segments et nous avons obtenu ainsi la démonstration d'un certain nombre de faits qui sont d'une haute importance dans la question qui nous occupe. C'est un œuf traité, comme nous venons de le dire, que nous avons représenté à la figure 2 de la pl. IV. Nous avons reconnu, comme le montre la figure, 1° que les différents globes ont la forme d'une pyramide ayant sa base tournée vers la surface de l'œuf, son sommet vers le centre; 2° qu'à ce moment déjà, où le fractionnement est loin d'être terminé, on trouve au centre de l'œuf un amas de matière nutritive qui s'est séparée

des globes pour venir se condenser au centre de l'œuf; 3° que dans chaque pyramide le noyau se trouve placé près de la périphérie de l'œuf; 4° que la quantité de substance nutritive dont le protoplasme des segments est chargé diminue progressivement du centre vers la périphérie de l'œuf; 5° que le deutoplasma, séparé du protoplasma, présente des caractères tout différents de ceux du vitellus.

Nous avons obtenu les mêmes résultats en traitant les œufs par l'acide acétique; ce moyen est beaucoup plus simple et tout aussi efficace; il éclaircit le vitellus bien plus encore que ne le faisait la glycérine.

En faisant subir le même traitement aux œufs plus avancés dans leur développement, nous avons pu vérifier les mêmes conclusions; les segments conservent leur forme pyramidale; ils se déchargent successivement de la substance nutritive qui se trouvait primitivement en suspension dans le protoplasme et celle-ci va s'amasser au centre de l'œuf. A la fin du fractionnement les globes, débarrassés complétement de la substance nutritive du deutoplasma, constituent les cellules du blastoderme.

Nous avons pu voir comment, à la fin du phénomène de la segmentation, les cellules du blastoderme se séparent par un étranglement de plus en plus marqué, des dernières parcelles de substance nutritive, chargeant encore la partie la plus centrale de ces globes. (Pl. IV, fig. 6.)

Il ressort clairement des observations sur le développement des Chondracanthes, que nous venons d'exposer :

1° Que ces animaux présentent le phénomène du fractionnement total du vitellus;

2° Que ce phénomène suit chez eux une marche bien différente de celle que l'on a constatée chez les autres animaux et que nous venons de décrire chez les Amphipodes. Les globes se divisent, à partir d'un moment donné, non en deux, mais en quatre portions, et cette division commence par celle du noyau qui s'accomplit absolument comme celle des globes.

Il est extrêmement remarquable de voir ce phénomène de la segmentation s'effectuer si différemment dans des êtres appartenant à une même classe, les *Chondracanthus* et les *Gammarus*, alors que, d'un autre côté, nous avons constaté que le fractionnement s'effectue d'après des lois identiques chez les

Amphipodes et les Batraciens, qui appartiennent à des types d'organisation complétement différents;

3° La formation du blastoderme résulte de la production de deux phénomènes successifs : la multiplication par division de la cellule-œuf et la séparation s'effectuant progressivement, pendant le fractionnement, du protoplasma d'avec le deutoplasma de l'œuf. Il en résulte que la formation du blastoderme n'est pas un phénomène se produisant après la segmentation; on peut considérer le fractionnement comme n'étant qu'une première phase de la formation du blastoderme;

4° A la fin du fractionnement, tous les globes sont situés à la périphérie de l'œuf. Chaque globe vitellin donne naissance à une cellule du blastoderme, et ces cellules ne sont autre chose que des parties du protoplasma de l'œuf primitif; par analogie avec ce que nous avons observé dans d'autres groupes, nous nous croyons autorisés à dire que les noyaux de ces cellules ne sont que des portions de la vésicule germinative, qui se divise au lieu de disparaître.

§ II. — 2me *Type*. ANCHORELLA, CLAVELLA, CONGERICOLA, CALIGUS, EUDACTYLINA, LERNEA.

Il est remarquable que dans le groupe de Lernéens, si naturel à première vue, il existe, dans les premières phases du développement, des différences notables, au point qu'il soit nécessaire de distinguer chez eux deux types de développement. La valeur si grande que l'on a accordée aux caractères embryogéniques repose sur ce fait que les premières phases du développement de l'embryon, chez les animaux appartenant à un même groupe naturel, sont complétement identiques. Nous croyons que les différences que nous avons constatées dans les premières phases du développement de ces crustacés inférieurs, quelque grandes qu'elles soient en apparence, n'ont en réalité que peu d'importance et qu'elles ne viennent en aucune façon ébranler les idées reçues sur la valeur des caractères embryogéniques. Mais elles démontrent le peu de valeur qu'il faut attacher à certains caractères, qu'on a cru d'une importance assez grande, pour pouvoir baser sur eux une classification. Elles font voir, par exemple, combien serait peu naturelle une classification

des crustacés basée sur la présence ou sur l'absence du fractionnement du vitellus, et combien serait antirationnel un système comme celui que combat déjà Fritz Müller dans son remarquable travail « *Für Darwin.* »

Nous reviendrons plus tard sur ces idées, après avoir exposé comment se produit le blastoderme dans ce second type de développement.

Nous n'avons guère fait de recherches sur le mode de formation des œufs chez ces Lernéens. Il n'est pas douteux qu'ils ne se rapprochent complétement, sous ce rapport, des Chondracanthes et des autres crustacés. Nous n'avons jamais pu découvrir dans un œuf retiré d'un ovisac la moindre trace de la vésicule germinative; l'œuf est formé d'un vitellus qui présente ici des caractères particuliers, bien différents de ceux du vitellus des Chondracanthes. Chez ceux-ci le vitellus parait homogène à première vue; mais si on l'examine à un fort grossissement, on trouve qu'il est constitué d'éléments vitellins tous très-petits, en suspension dans un liquide hyalin finement granuleux, le protoplasma de l'œuf. Les caractères du vitellus, dans les œufs en voie de fractionnement, n'ont guère varié; mais quand, à la fin du fractionnement, le deutoplasma se trouve séparé du protoplasma qui a donné naissance aux cellules du blastoderme, ce deutoplasma présente des caractères bien différents de ceux du vitellus; il se constitue d'éléments vésiculaires de dimension considérable et renferme toujours de grandes gouttelettes réfringentes.

Si on examine les œufs des Anchorelles, des Caliges, etc., alors qu'ils sont encore contenus dans l'ovaire, on trouve que leur vitellus présente tous les caractères de celui des œufs de Chondracanthes : à première vue il parait homogène; mais si on l'examine à un plus fort grossissement, on reconnait que le protoplasma tient en suspension une infinité de petits corpuscules et de gouttelettes réfringentes toutes de très-petite dimension.

Mais aussitôt que ces œufs pénètrent dans l'ovisac, par conséquent immédiatement après la fécondation, les caractères de leur vitellus changent. On voit le deutoplasma prendre un autre aspect et donner naissance à des éléments de grande dimension et à des vésicules considérables. Le vitellus de l'œuf prend, dès le début du développement, les caractères que présente le deutoplasma des Chondracanthes après que celui-ci s'est séparé du protoplasma pour s'accumuler au centre de l'œuf.

Nous nous bornons à signaler ici ce fait, nous réservant d'en montrer plus loin toute l'importance.

Le vitellus est entouré d'une membrane qui s'applique immédiatement sur lui : c'est le chorion. Un exochorion, membrane dépendant de l'ovisac et qui présente tous les caractères de l'enveloppe externe de l'œuf des Chondracanthes, entoure complétement l'œuf en dehors du chorion.

Venons-en à l'exposé des premiers phénomènes embryonnaires; mais avant cela nous donnerons l'énumération des espèces sur lesquelles ont porté nos recherches.

Caligus gracilus P.-J. Van Ben.,	de *Rhombus maximus ;*
— elegans P.-J. Van Ben.,	de *Gadus morrhua ;*
— diaphanus Nordm.,	de *Trigla hirundo ;*
Anchorella uncinata Müll.,	de *Gadus merlangus ;*
— brevicollis,	de *Gadus morrhua ;*
— ovalis,	de *Trigla hirundo ;*
Clavella hippoglossi Kr.,	de *Hippoglossus vulgaris ;*
Congericola pallida P.-J. Van Ben.,	de *Conger vulgaris ;*
Eudactylina acuta P.-J. Van Ben.,	de *Squatina angelus.*

Chez ces animaux, qui rentrent tous dans notre second type de développement, il ne se produit aucun fractionnement ni total ni partiel.

Les premiers phénomènes qui se manifestent consistent dans la sortie du sein du vitellus, à un point donné de sa surface, d'un nombre peu considérable de grandes cellules dont le corps protoplasmatique, parfaitement transparent, ne recèle aucune trace d'éléments nutritifs réfringents. La sortie de ces cellules du sein de la masse vitelline se reconnait facilement : tandis que, sur tout le pourtour de l'œuf, le vitellus se trouve immédiatement appliqué contre la surface interne du chorion, où il se termine par un contour très-foncé, on voit, au point où apparaissent à la surface les quelques cellules dont nous venons de parler, de petites vésicules et des granulations vitellines entourer irrégulièrement les cellules encore à moitié plongées dans la masse du vitellus.

Mais bientôt on voit ces cellules se multiplier par division et cette division commence toujours par celle du nucléole; après cela le noyau se divise, enfin le protoplasma des cellules laisse apercevoir à sa surface un sillon qui, en

progressant vers le centre de la cellule, finit par la diviser en deux parties distinctes. Cette division, que nous avons vue se produire sous nos yeux, marche avec une grande rapidité. Nous avons trouvé des cellules en voie de division qui, au lieu de deux noyaux, en présentaient trois et même quatre (fig. 2, pl. V).

Les cellules du blastoderme, d'abord peu nombreuses, forment une zone peu étendue; elles sont situées entre le chorion et le deutoplasme qu'elles dépriment. Cette zone s'étend de plus en plus par suite de la multiplication progressive des cellules qui la constituent; elle finit par entourer complétement le deutoplasme, qui se trouve alors amassé au centre de l'œuf.

Comment se forment les premières cellules qui sortent du vitellus, et quelle analogie y a-t-il entre le mode de formation du blastoderme chez ces Lernéens et celui des Chondracanthes et des Amphipodes que nous avons d'abord exposé?

Nous avons vu que dans le cas de fractionnement, chez les Chondracanthes, par exemple, la formation du blastoderme résulte à la fois de deux phénomènes concomitants : la multiplication par division de la cellule-œuf et la séparation progressive du protoplasma d'avec le deutoplasma de l'œuf.

Dans le second type de développement, où le fractionnement fait défaut la formation du blastoderme résulte aussi de la production de ces deux phénomènes; mais tandis que ces deux phénomènes sont concomitants dans le cas du fractionnement, ils ont lieu successivement ici. Chez les Chondracanthes, la cellule-œuf se divise en deux et les éléments nutritifs restent en suspension dans le protoplasma, pendant que s'accomplit cette division; mais tandis que la cellule-œuf continue à se multiplier, le deutoplasma se sépare de plus en plus complétement du protoplasma pour former, à la fin du fractionnement, au centre de l'œuf, un amas de substances nutritives.

Chez les Anchorelles, etc., la séparation entre les deux éléments constitutifs du vitellus se produit avant tout autre phénomène embryonnaire. Le protoplasma se sépare du deutoplasma immédiatement après la fécondation, et va se déposer au centre de l'œuf, autour de la vésicule germinative. Ultérieurement, la vésicule germinative se divise avec le protoplasma; il se forme deux cellules dépourvues de membranes comme celle dont elles pro-

viennent; celles-ci se divisent à leur tour et les cellules résultant de cette multiplication forment un petit amas cellulaire qui se porte à la périphérie de l'œuf, sort du sein de la masse deutoplasmatique et représente les premiers rudiments du blastoderme, qui existe d'abord sur un point, d'où il s'étend graduellement sur toute la surface de l'œuf.

Donc au fond, qu'il y ait fractionnement ou qu'il n'y en ait pas, le blastoderme résulte de la production des mêmes phénomènes. La segmentation est un phénomène accessoire dans le développement; ce qu'il y a d'essentiel, c'est la multiplication par division de la cellule-œuf; dans le cas du fractionnement, le deutoplasma suit la division de cette cellule, reste en suspension dans le protoplasme de la cellule, pendant qu'elle se divise, et la séparation des deux éléments se fait progressivement; dans le cas de non-fractionnement, le deutoplasma ne prend pas part à la division de la cellule-œuf; il s'en sépare avant que cette cellule commence à se diviser.

Nous trouvons une preuve bien remarquable de l'exactitude de l'interprétation que nous donnons aux phénomènes dans la différence des caractères que présente le vitellus et cette partie du vitellus que nous avons appelée deutoplasma.

Nous avons vu, chez les Chondracanthes, le vitellus présenter dans l'ovaire et pendant toute la durée du fractionnement ce caractère d'homogénéité apparente, dû à l'absence d'éléments vitellins d'un certain volume; ce vitellus se constitue, comme il est facile de s'en convaincre par l'étude du développement de l'œuf, de deux parties bien distinctes par tous leurs caractères : le protoplasma et le deutoplasma. A la fin du fractionnement, quand le blastoderme s'est formé, le deutoplasma s'est séparé du protoplasma pour s'amasser au centre de l'œuf. Ce deutoplasma présente des caractères tout différents de ceux du vitellus : il renferme des vésicules réfringentes de grande dimension. Chez les Anchorelles, les Caliges, etc., le vitellus de l'œuf, aussi longtemps qu'il est contenu dans l'ovaire, présente tous les caractères du vitellus des Chondracanthes; mais immédiatement après la fécondation et avant qu'aucun autre phénomène embryonnaire se soit produit, nous voyons les caractères du vitellus se modifier complétement et prendre les caractères du *deutoplasma* de l'œuf des Chondracanthes. Il est clair que cette modification est due à ce

que, immédiatement après la fécondation, la séparation entre les deux principes constitutifs du vitellus a eu lieu.

Il est intéressant, nous paraît-il, de rapprocher sous ce rapport les Lernéens et les Amphipodes. Chez eux aussi nous avons vu le blastoderme se former d'après deux types différents : l'un caractérisé par la présence du fractionnement du vitellus, l'autre par l'absence de ce phénomène. Là aussi nous avons vu le deutoplasma affecter des caractères distincts de ceux du vitellus, et se fendiller, après la formation du blastoderme, dans le cas du fractionnement, avant l'apparition de la première couche cellulaire de l'embryon, quand la segmentation ne se produit pas.

Extension progressive du blastoderme. — Tous les genres que nous avons énumérés dans notre second type de développement ont ceci de commun, que chez tous le blastoderme se forme d'après un seul et même procédé. Un petit nombre de cellules se portent du centre à la périphérie de l'œuf; là elles se multiplient par division, forment une zone d'abord peu étendue, qui s'étend graduellement sur toute la surface du vitellus.

Mais nous avons remarqué qu'à côté de cette analogie existent aussi des différences, non pour le mode d'apparition des premières cellules embryonnaires, mais pour la manière dont le blastoderme s'étend successivement. La couche cellulaire ne progresse pas régulièrement et graduellement sur toute la surface du vitellus ; elle s'épaissit considérablement dans la région où vont apparaître les premiers appendices (celle que les Allemands désignent sous le nom de *Kopfplatten* ou encore *Seitenplatten* et que Huxley appelle *procephalic lobes*), avant de s'étendre sur le reste du vitellus.

Chez les Anchorelles, c'est au point où les premières cellules sont sorties du vitellus que se développe l'extrémité antérieure de l'embryon; de là le blastoderme s'étend sur la face inférieure et sur les faces latérales de l'œuf, qui doivent devenir la face ventrale et les faces latérales du futur embryon. Bientôt les cellules blastodermiques se multiplient dans ces régions, et en même temps leur dimension diminue. Ceci se produit surtout sur les faces latérales, de telle manière qu'il se forme en ces endroits deux bourrelets cellulaires (*Kopfplatten, procephalic lobes*), qui vont subir des incisions à la

suite desquelles apparaitront les antennes et les mandibules de la forme nauplienne (pl. V, fig. 5). *Le blastoderme s'étend donc chez ces animaux d'avant en arrière,* et c'est au point où ont apparu les premières cellules blastodermiques, que va se former l'extrémité antérieure de l'embryon.

C'est bien plus tard, alors seulement que les membres sont déjà complétement développés, que le blastoderme continue à s'étendre de façon à donner naissance à la lame cellulaire dorsale du jeune Anchorelle.

En étudiant comparativement sous ce rapport les Clavelles, nous sommes arrivés à des résultats tout opposés.

C'est au point où se développera l'extrémité postérieure de l'embryon, qu'apparaissent les premières cellules du blastoderme. Il s'étend de là en couche assez mince, sur les faces latérales et sur la face inférieure de l'œuf, où se formeront la face ventrale et les faces latérales du futur embryon. Les cellules se multiplient principalement sur les faces latérales, pour donner naissance à une masse cellulaire dans laquelle vont apparaître les incisions, qui sont les premières traces des membres futurs.

Ici donc le blastoderme, formé d'abord à l'extrémité postérieure, se développe successivement d'arrière en avant; on remarquera (pl. V, fig. 15) que les appendices sont déjà parfaitement reconnaissables, lorsqu'aucune trace du blastoderme n'existe encore autour de l'extrémité antérieure de l'embryon.

Voilà donc deux genres voisins d'un même groupe naturel, où l'on voit, chez l'un le blastoderme se développer d'avant en arrière, chez l'autre tout l'opposé se produire, le blastoderme s'étendre graduellement d'arrière en avant. Dans un troisième genre, qui, contrairement aux précédents, présente le fractionnement du vitellus, le blastoderme se forme à la fois sur toute la surface du vitellus.

Il en résulte qu'il n'est pas plus possible de baser une classification des crustacés sur ce fait que le blastoderme apparait d'abord à la tête ou à la queue, que sur la présence ou sur l'absence du fractionnement. Tous les caractères embryogéniques n'ont donc pas une importance absolue, et c'est une erreur de croire qu'un caractère présente, au point de vue de la classifica-



tion naturelle, une importance d'autant plus grande que ce caractère se manifeste plus tôt dans le cours du développement.

CHAPITRE III.

COPÉPODES.

Dans ces derniers temps, M. le professeur Claus a publié plusieurs travaux sur l'histoire naturelle, l'anatomie et l'embryogénie des Copépodes, et ses belles recherches l'ont conduit à des résultats tout à fait nouveaux et inattendus. On doit à M. Leydig plusieurs travaux sur ces crustacés inférieurs; mais ces recherches sont faites plutôt à un point de vue histologique que dans un sens embryogénique et histogénique.

Nous devons citer spécialement le travail que M. Claus a publié en 1858 dans les Archives de Troschel [1], où il signale la découverte du phénomène du fractionnement total du vitellus chez les Copépodes. Il donne d'abord quelques détails sur la composition de l'œuf qui a pénétré dans l'ovisac; la membrane qui entoure immédiatement le vitellus est, à son avis, une membrane vitelline; et, quant au noyau que l'on trouve dans le vitellus, il laisse indécise la question de savoir si c'est la vésicule germinative ou bien un noyau de nouvelle formation, produit après la disparition de la vésicule de Purkinje.

Il a vu et figuré quelques phases du fractionnement et voici ce qu'il dit au sujet de la formation du blastoderme : ... « *Während noch im Centrum des Eies Dotterballen grösseren und kleineren Umfangs angetroffen werden, hat sich peripherisch eine einfache Schicht heller gekernter Zellen abgelagert, sei es nun durch volkommen Neubildung, oder sei es durch Umgestaltung der peripherischen Furchungskugeln.* » Claus n'a donc rien conclu relativement au mode de formation des premières cellules du blastoderme.

Quant à la composition de l'œuf, nos observations [2] s'accordent entière-

[1] *Zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte des Copepoden*, von C. Claus. Troschel's Archiv. 1858, p. 39.

[2] Nous avons fait nos observations sur deux espèces très-communes sur nos côtes aux mois d'avril et de mai : le *Cetochilus septentrionalis* et l'*Arpacticus chelifer*.



ment avec les siennes, sauf en ce qui regarde la membrane de l'œuf, qu'il considère comme membrane vitelline. Cette membrane est, à notre avis, l'analogue de celle que nous avons vue, dans les divers groupes de crustacés que nous avons étudiés, mériter le nom de chorion. Nous croyons ne pas nous tromper en la considérant comme telle. Et quant au noyau que renferme le vitellus, nous croyons qu'il est bien véritablement la vésicule germinative. Quoique à un certain moment du développement il ne soit pas possible de reconnaître dans les œufs aucune trace de noyau, nous pensons que la vésicule germinative ne disparaît pas; que sa disparition n'est qu'apparente. Nous donnerons plus loin les raisons de notre conviction.

Dans des œufs qui ne présentaient plus aucune trace de la vésicule germinative, nous avons vu celle-ci reparaître avec tous ses caractères primitifs; et fort peu de temps après, de sphérique qu'elle était, elle devient ovale.

Bientôt la vésicule prend la forme de biscuit, et elle finit par se diviser en deux parties distinctes. Mais avant que cette division se soit produite, un sillon a apparu à la surface du vitellus; celui-ci s'approfondit graduellement et finit par diviser le vitellus en deux globes de forme bien arrondie. Bientôt après ces deux globes s'affaissent l'un sur l'autre, et leur présence n'est plus manifestée alors que par l'existence à la surface du vitellus d'une ligne circulaire. A ce moment il n'est plus possible de reconnaître dans ces globes les noyaux dérivés de la vésicule germinative. Mais bientôt on les voit reparaître, montrant exactement la forme et les dimensions qu'ils présentaient avant leur disparition. Peu à peu ils s'allongent en prenant la forme ovale; ils se divisent à leur tour, et bientôt après le vitellus a suivi cette division, de sorte qu'il se forme quatre globes vitellins au lieu de deux. Ces globes, d'abord arrondis, s'affaissent sur eux-mêmes, et à ce moment leurs noyaux disparaissent pour reparaître encore et se diviser à leur tour.

Est-il possible d'admettre que chaque fois que ces noyaux disparaissent à la vue, ils se fondent réellement dans la masse vitelline et que les noyaux qui y apparaissent ultérieurement soient des formations nouvelles? Nous ne le croyons pas et personne, pensons-nous, ne serait tenté de le soutenir. Ce qui prouve qu'il en est bien ainsi, c'est que dans un grand nombre de cas où le

fractionnement a été étudié, on n'a pas observé la disparition de ces noyaux, mais on a parfaitement constaté leur division.

La vésicule germinative se conduit absolument dans l'œuf comme ces noyaux dans les globes qui les renferment; elle semble disparaître pour être remplacée par un noyau de nouvelle formation; et on a soutenu que la vésicule germinative disparait réellement. Nous croyons que ce fait n'est qu'une apparence; qu'il n'est pas plus réel que la disparition des noyaux des sphères de segmentation.

Au reste, un grand nombre d'observations directes ont été faites aujourd'hui, qui prouvent que la vésicule germinative, dans un grand nombre de cas, ne disparait pas, mais qu'elle se divise pour donner naissance aux noyaux des deux premières cellules embryonnaires; nous-mêmes nous l'avons observé : M. Bessels chez les *Lumbricus* et les *Enchytreus;* M. Ed. Van Beneden chez un grand nombre de Trématodes tels que certains Distomes, Amphistomes, Udonelles, Onchocotyles, etc., et chez plusieurs Nématodes. Or, partout, la vésicule germinative a la même signification; partout elle est le noyau de la cellule-œuf. Si donc, dans certains œufs, il n'est plus possible, à un moment donné, de reconnaître la présence de la vésicule germinative, on peut conclure de ce fait que dans d'autres groupes elle persiste pour se diviser, que toujours elle se conduit de la même manière et que sa disparition n'est qu'apparente, dans les cas où elle semble se produire. N'est-il pas aussi légitime de conclure de ce qu'on voit partout les noyaux des globes vitellins se diviser, que si chez les Copépodes ils disparaissent un instant à la vue, cette disparition n'est pas une réalité, mais une apparence.

A l'appui de ce que nous venons de dire, nous pouvons encore citer un fait avancé par Weissman [1] et que nous avons pu nous-mêmes constater : ce fait prouve que dans certains cas les noyaux des cellules ordinaires se conduisent absolument comme la vésicule germinative. Chez les Diptères, quand les cellules primaires du blastoderme se forment, on y reconnait très-distinctement un noyau transparent. Mais au moment où ces cellules commencent à

[1] Weissman, *Entwickelung der Dipteren.* Leipzig, 1864, p. 7.

se diviser, il n'est plus possible d'y reconnaître la moindre trace de noyau. Les portions qui résultent de sa division reparaissent, au contraire, dans les cellules-filles. Il n'est pas possible, cependant, de soutenir que ce noyau disparaît; aussi, nous a-t-il paru très-important de mettre ce fait en regard de celui de la disparition de la vésicule de Purkinje. Il a certainement une haute signification au point de vue de la théorie cellulaire.

Nous avons vu l'œuf présenter, à un moment donné, quatre globes vitellins; ceux-ci se divisent à leur tour, il s'en forme 8, 16, 32, et pendant que ce fractionnement s'accomplit, on voit successivement, comme nous l'avons signalé chez les *Gammarus* et les *Chondracanthus,* le deutoplasma se séparer du protoplasma. A la fin du fractionnement, on trouve à la périphérie de l'œuf une couche de cellules qui forment le blastoderme et entourent l'amas de matières nutritives condensé au centre. Ces cellules du blastoderme ne sont donc que les derniers globes vitellins débarrassés des éléments nutritifs; et nous pourrions tirer de l'étude du développement des Copépodes toutes les conclusions que nous avons émises plus haut, après l'étude des Chondracanthes et des Amphipodes.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Composition de l'œuf. — Chez tous les crustacés que nous avons étudiés, l'œuf se constitue 1° d'une vésicule germinative renfermant un ou plusieurs nucléoles; 2° d'un vitellus, où il faut distinguer deux parties distinctes : le protoplasma de la cellule-œuf et le deutoplasma. Ces deux parties, confondues dans l'œuf pour former le vitellus, se séparent, comme nous l'avons vu, quand il s'agit de former le blastoderme.

Le jeune œuf est dépourvu de membrane; les mouvements amœboïdes qu'il présente, l'absence complète d'un double contour et l'impossibilité de reconnaître, sous l'influence d'une pression croissante, ni déchirure d'une membrane ni écoulement d'un contenu, le prouvent suffisamment. Au mo-

ment de passer dans l'oviducte, l'œuf s'entoure d'une membrane de sécrétion qui est un chorion et non pas une membrane vitelline.

Dans les ovisacs ou dans la poche incubatrice, il peut se former autour de chaque œuf une seconde membrane qui est une dépendance de la poche où ces œufs sont obligés de séjourner et que nous avons proposé d'appeler exochorion.

Le chorion présente, chez les Chondracanthes, un orifice pour l'entrée des spermatozoïdes, un vrai micropyle.

Il n'existe pas de micropyle chez les Amphipodes; ce que Meissner a décrit sous ce nom est un organe qui se produit après la fécondation. La membrane, qu'il a qualifiée du nom de membrane vitelline, est une membrane embryonnaire émanant des cellules du blastoderme. Nous croyons ne pas nous tromper en émettant l'opinion que, dans les différents groupes de crustacés, les cellules du blastoderme donnent naissance à une membrane anhyste probablement formée par sécrétion, qui constitue la première membrane embryonnaire (*Larvenhaut*).

Fractionnement. — Tous les crustacés ne présentent pas, dans leur développement, le phénomène du fractionnement du vitellus; et ce qu'il y a de remarquable, c'est que dans un même genre (*Gammarus*), certaines espèces montrent le phénomène, tandis que chez d'autres on n'en trouve aucune trace.

Chez les Amphipodes (*Gammarus locusta*), où nous avons observé la segmentation totale du vitellus, ce phénomène s'accomplit d'après une loi identique à celle qui préside au fractionnement de certains Batraciens (Grenouille).

Chez les Chondracanthes, au contraire, le fractionnement se produit avec des caractères tout particuliers : à partir d'un moment donné, chaque globe vitellin se divise directement en quatre portions.

Il résulte de ceci que le phénomène de la segmentation est tout à fait accessoire dans le développement et qu'il ne peut nullement être pris en considération dans une classification naturelle. Il se produit chez certaines espèces et fait défaut dans d'autres espèces du même genre; chez des êtres

appartenant à un même groupe naturel, il se produit avec des caractères tout différents. L'existence ou la non-existence du fractionnement ne peut donc, en aucune façon, servir de base à une classification des crustacés et nous arrivons ainsi aux mêmes conclusions que Fritz Müller qui combat dans son livre « *Für Darwin* » une classification des crustacés basée sur le développement telle que celle-ci :

CLASSIS CRUSTACEA.

SUBCLASS. I. HOLOSCHISTA. Totale Furchung. Kein Primitivstreif. Naupliusbrut.
- ORD. I. **Ceratometopa.** Nauplius mit Stirnhörnern (Rankenfüsser, Wurzelkrebse).
- ORD. II. **Leiometopa.** Nauplius ohne Stirhörner (Copepoden, ohne Achteres u. s. w., Phyllopoden, Peneus).

SUBCLASS. II. HEMISCHISTA. Keine totale Furchung.
- A. *Nototropa*. Embryo aufwärts gekrümmt.
  - ORD. III. **Protura.** Der Schwanz bildtet sich zuerst (Mysis).
  - ORD. IV. **Saccomorpha.** Eine madenförmige Larvenhaut bildet zich zuerst (Asseln).
- B. *Gasterotropa*. Embryo bauchwärts gekrümmt.
  - ORD. V. **Zoëogena.** Gliedmassen nicht vollzählig im Ei angelegt. Zoëabrut (Merhzahl der Podophthalmen).
  - ORD. VI. **Ametabola.** Gliedmassen vollzählig im Ei angelegt (Astacus, Gecarcinus, Amphipoden, ohne Hyperia?).

Il est clair qu'un pareil système serait tout à fait antinaturel : certaines espèces de *Gammarus* se trouveraient dans une sous-classe, d'autres dans une autre. Certains Lernéens se trouveraient parmi les Holoschista, d'autres parmi les Hemischista. Cette classification serait donc tout à fait systématique. Le caractère qui est pris pour base de la classification n'a qu'une importance tout à fait minime.

Une classification naturelle doit reposer sur l'ensemble des caractères, ou tout au moins, sur un caractère qui ait une importance suffisante pour entraîner les autres. Certains caractères embryogéniques ont cette importance; mais celui qui est tiré de l'existence ou de la non-existence du fractionnement n'est pas plus dans ce cas que celui qui est fourni par le développement du blastoderme de la queue vers la tête, ou de la tête vers la queue.

Nous avons fait voir que dans tous les cas où se produit le fractionnement total du vitellus, les globes réalisent toujours une forme pyramidale. Chaque

pyramide présente, à la fin du phénomène, sa base à la périphérie de l'œuf et son sommet au centre; le but évident de cette forme et de cette disposition des globes est de permettre à chacun d'eux de fournir une cellule au blastoderme.

Il faut rejeter l'hypothèse généralement admise, que le blastoderme résulte de ce que les globes vitellins situés à la périphérie de l'œuf s'éclaircissent, à la fin du fractionnement, et se transforment en cellules; tandis que d'autres, qui occuperaient le centre se fondent les uns dans les autres pour former l'amas de matière nutritive qu'entoure la première couche cellulaire de l'embryon. Ce phénomène provient de ce que le deutoplasma se sépare du protoplasma de l'œuf et s'accumule au centre pour y former un dépôt de substances nutritives, tandis que le protoplasme, entraînant les noyaux des globes, se porte à la périphérie pour y former les cellules blastodermiques.

Formation du blastoderme. — Nous avons à distinguer chez les crustacés que nous avons étudiés trois types différents pour le mode de formation du blastoderme :

Le 1er *type*, réalisé chez les *Gammarus* marins, les *Dermophilus* (*Nob.*), les *Chondracanthus* et les Copépodes, consiste dans la séparation, *après le fractionnement total du vitellus,* du protoplasma d'avec le deutoplasma de l'œuf. Cette séparation se produit dans chacun des globes, et les noyaux de ces globes, qui ne sont autre chose qu'une portion de la vésicule germinative, deviennent les noyaux des cellules du blastoderme.

Le 2me *type* est celui des *Anchorella, Clavella, Caligus,* etc. Ici il ne se produit pas de fractionnement du vitellus; la séparation entre les deux éléments constitutifs du vitellus se fait immédiatement après la fécondation; quelques cellules résultant de la multiplication par division de la cellule-œuf sortent, du sein de la masse deutoplasmatique, en un point déterminé de sa surface, et le blastoderme s'étend graduellement de ce point unique sur toute la surface du vitellus.

Le 3me *type,* réalisé chez les *Gammarus* d'eau douce, fait jusqu'à un certain point la transition entre les deux premiers : il diffère du second en ce



que les cellules résultant de la multiplication par division de la cellule-œuf, au lieu de sortir du deutoplasma, par un point unique de la surface de l'œuf, en sortent par un grand nombre de points à la fois. Dans le second type, le blastoderme s'étendait successivement sur toute la surface du vitellus en partant d'un point unique; ici il se forme à peu près simultanément sur toute la surface de l'œuf, et par là ce troisième type se rapproche du premier. Il en diffère en ce qu'il n'y a pas ici de fractionnement du vitellus; les éléments nutritifs ne prennent pas part à la multiplication de la cellule-œuf.

Mais ces trois types ont ceci de commun, que toujours le blastoderme résulte de deux phénomènes se produisant tantôt simultanément, tantôt successivement : 1° la multiplication par division de la cellule-œuf; 2° la séparation du protoplasma d'avec le deutoplasma de l'œuf.

C'est dans la différence existant entre les caractères du deutoplasma et du vitellus, que nous trouvons, chez les Amphipodes aussi bien que chez les Lernéens et les Copépodes, une preuve incontestable de ce que nous venons d'avancer.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I.

Gammarus locusta.

Fig. 1. OEuf ne présentant encore aucune modification, montrant les gouttelettes réfringentes du vitellus. Il est vu comme ceux qui suivent à un grossissement de 150 environ.

— 2. OEuf montrant la division en deux. On reconnaît dans chacun des globes le noyau qui, dans l'œuf vu par réflexion, apparaît comme une tache plus pâle.

— 3. OEuf montrant la division en 4.

— 4. OEuf vu latéralement, montrant les globes dans leur plus grande longueur; cette position est très-favorable pour observer la subdivision de ces globes au moment où ils vont fournir la division en 8.

— 5, 6, 7 et 8. Le même œuf qui est représenté à la figure 4, pour montrer le passage de la division en 4 à la division en 8. La figure 7 représente les huit globes ayant chacun une forme arrondie. La figure 8 représente ces mêmes globes affaissés sur eux-mêmes. L'état représenté fig. 8 est postérieur à celui qui est figuré fig. 7.

— 9. Un œuf montrant la division en 8, vu par la face supérieure.

— 10, 11 et 12. Le même montrant le passage de la division en 8 à la division en 16. Les grands globes se divisent d'abord; immédiatement après commence la division des petits.

— 13, 14, 15 et 16. États successifs d'un même œuf, toujours vu par sa face supérieure. La figure 16 représente la face supérieure de l'œuf à la fin du fractionnement.

PLANCHE II.

1-15. *Gammarus locusta.* — 16-17. *Gammarus fluviatilis?*

Fig. 1. OEuf vu par sa face inférieure, au moment où il est arrivé à la division en 16.

— 2, 3, 4 et 5. OEufs montrant le fractionnement à ses diverses phases, tel qu'il se produit à sa face inférieure. Fig. 5. OEuf vu par sa face inférieure à la fin du fractionnement.

— 6. OEuf montrant la formation des cellules du blastoderme; chaque globe vitellin donne naissance à une cellule.

Fig. 7. Les cellules se sont accolées l'une à l'autre, pour la formation de la membrane embryonnaire; *l*, membrane embryonnaire s'accusant par un double contour. Elle est immédiatement appliquée sur ces cellules. On ne reconnait plus les globes vitellins.

— 8. Les cellules se sont décollées de la membrane embryonnaire, à cette partie de la surface de l'œuf qui doit devenir la face ventrale de l'embryon. Le deutoplasma a subi le phénomène du fendillement.

— 9. Blastoderme après la multiplication des premières cellules, montrant que cette multiplication est plus rapide à la face ventrale qu'à la face dorsale.

— 10. Un œuf montrant le commencement de la réflexion de la face ventrale vers la face dorsale; *p*, indique le sillon ventral.

— 11. Un œuf plus avancé dans son développement. Le sillon ventral est complétement formé et l'embryon montre les premiers rudiments des appendices; *n* représente dans les figures 11 et 12 le renflement dorsal, où, plus tard, se développe le prétendu micropyle.

— 12. *a*, Globes vitellins montrant le commencement de la séparation du protoplasma d'avec le deutoplasma; *b* et *c*, cellules du blastoderme nouvellement formées, montrant la division de leur noyau.

— 13. Cellules du blastoderme accolées l'une à l'autre, pour former la membrane embryonnaire déjà parfaitement reconnaissable.

— 14. Cellules ayant repris leur forme arrondie après s'être détachées de la membrane qu'elles ont formée.

— 15. *a*, *b*, *c*, *d*. Changements d'un même globe vitellin observé pendant 25 à 30 minutes. On voit le deutoplasma s'écarter de plus en plus de la périphérie.

— 16. *Gammarus fluviatilis?* OEuf montrant les cellules dépourvues de membranes qui, en se multipliant, donnent naissance au blastoderme. Cet œuf est vu à la lumière incidente; les cellules apparaissent comme autant de taches blanches. Gross. 120 environ.

— 17. Quelques-unes de ces cellules observées par réfraction au grossissement de 350. On en reconnaît qui présentent deux noyaux et il est facile de reconnaître qu'elles sont dépourvues de membrane.

PLANCHE III.

Chondracanthus Triglæ.

Fig. 1. Jeune œuf, cellule protoplasmatique, montrant les mouvements amœboïdes; *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, représentent des états successifs d'un même jeune œuf.

— 2. *Idem; a*, *b*, *c*, *d*, *e*, formes successives d'un même jeune œuf.

— 3. *a* et *b*. Jeunes œufs dont le protoplasma s'est moulé sur des particules solides.

— 4. Un jeune œuf ayant absorbé des particules de carmin; un grand nombre de ces granulations sont accolées à sa surface.

— 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11. Les diverses phases de la formation de l'œuf; il est limité par un contour très-net; mais ce contour n'est pas double; ces œufs ne présentent pas de membrane. On voit le protoplasme se charger de plus en plus de corpuscules réfringents (deutoplasma).



Fig. 12. Micropyle de l'œuf du *Chondracanthus Soleæ*.
— 13. OEuf non encore modifié, ayant pénétré dans l'ovisac depuis peu de temps. Les éléments réfringents sont tous de petite dimension. Un chorion s'applique immédiatement sur le vitellus. Il présente en outre un exochorion dépendant de l'ovisac.
— 14. OEuf de *Chondracanthus Triglæ* vu par réflexion, montrant la segmentation en 2.
— 15. *Idem* de *Chondracanthus cornutus* présentant la division en 3.
— 16, 17, 18. *Idem* de *Chondracanthus Triglæ* vus par réflexion montrant les divisions en 4, 8 et 16.
— 19. Le même œuf que celui qui est représenté à la figure 18, montrant le passage à la division en 64, chaque globe se divise par deux sillons disposés en croix.
— 20. *Idem* montrant la division en 64.
— 21. OEuf montrant le passage de la division en 8 à la division en 32.
— 22. *a*, *b*, *c*, *d*. Noyaux se divisant en quatre portions. *a*. Un globe vitellin montrant les deux sillons et les quatre noyaux résultant de la division du noyau primitif.
— 23 et 24. Le même œuf qu'à la figure 21, montrant la division en 32 globes ou plutôt en 32 pyramides.
— 25. *a*, *b*, *c*. États successifs d'un même segment, dans un œuf divisé en 32 globes, pour montrer le passage à la division en 128; *d*, le noyau pendant que le globe présentait l'aspect représenté à la figure *b*; *e*, *idem*, pendant que le noyau avait la forme représentée figure *c*.

PLANCHE IV.

1-8. *Chondracanthus Triglæ*. — 10-23. *Cetochilus septentrionalis*.

Fig. 1. OEuf représentant la division en 128 globes.
— 2. Le même vu par la coupe, après avoir été traité par l'alcool, puis par la glycérine. Les globes ont la forme de pyramides. Le deutoplasma commence à se séparer du protoplasma et à s'amasser au centre de l'œuf.
— 3. Cellules du même, vues de face.
— 4. Un œuf dans un état de division plus avancé.
— 5. Le même vu par la coupe, après avoir été traité par l'acide acétique en solution faible.
— 6. Cellules du même, se séparant par étranglement des derniers restes du deutoplasma.
— 7. OEuf plus avancé, montrant le commencement des incisions pour les membres.
— 8. Le même, vu par la coupe (préparation par l'acide acétique); le blastoderme est entièrement formé.
— 10. OEuf de *Cetochilus septentrionalis* avant la disparition de la vésicule germinative.
— 11. Le même où l'on ne peut plus apercevoir la vésicule.
— 12. Le même où la vésicule a reparu avec la forme de biscuit.
— 13. Le même œuf présentant la division en 2; les noyaux sont parfaitement reconnaissables.
— 14. Le même où les noyaux ont disparu.
— 15. Les noyaux ont reparu et présentent la forme de biscuit.
— 16. Le même présentant la division en 3.
— 17, 18, 19. États successifs d'un même œuf.



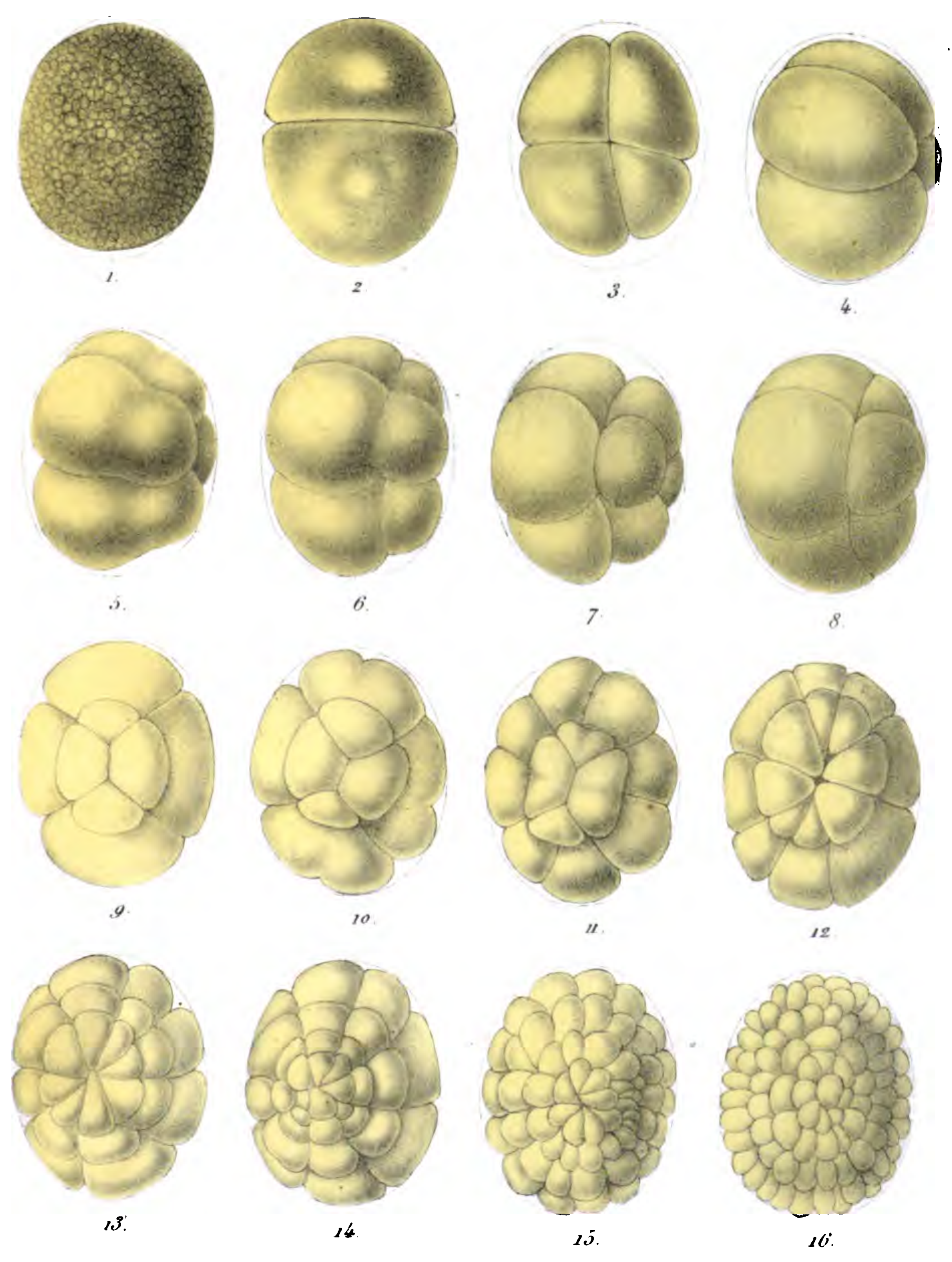
Fig. 20. La séparation commence à s'effectuer entre le protoplasma et le deutoplasma qui s'amasse au centre.
— 21. *Idem* dans un état plus avancé.
— 22. OEuf brisé montrant le blastoderme. Le deutoplasma est sorti de la cavité circonscrite par la première couche cellulaire de l'embryon. Un infusoire remuait constamment cet œuf, de façon à nous le faire voir sous toutes ses faces.
— 23. Le blastoderme est entièrement formé. Les incisions pour les membres de l'embryon commencent à paraître.

PLANCHE V.

1-7. *Anchorella uncinata.* — 8-15. *Clavella hippoglossi.*

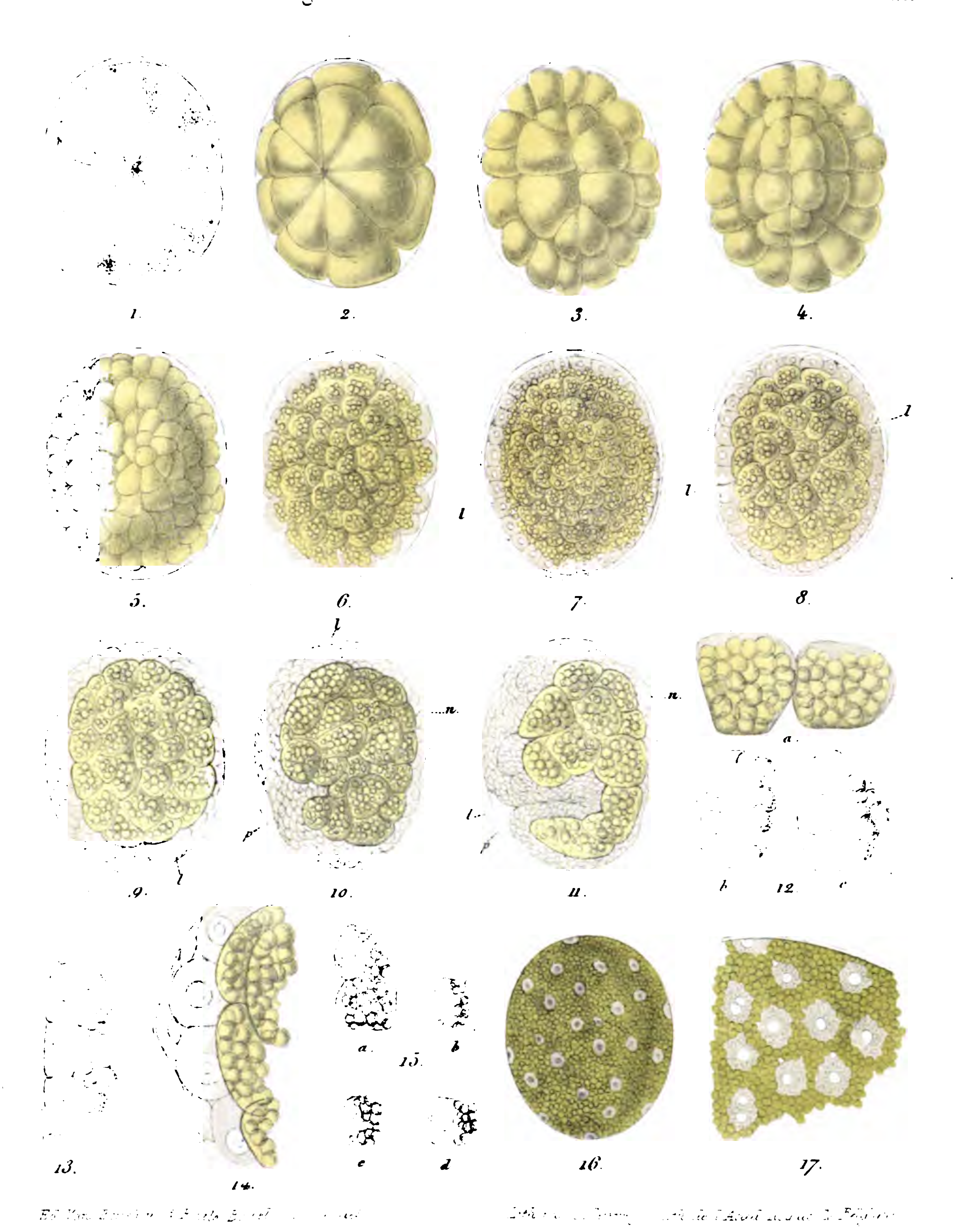
Fig. 1. Les premières cellules du blastoderme sortent du deutoplasma, qui présente les caractères de celui des Chondracanthes. (Pl. IV, fig. 2 et 3.)
— 2. Les cellules se sont multipliées et le blastoderme s'est étendu sur la face inférieure de l'œuf qui est vu latéralement.
— 3. *Idem* plus avancé, vu de la même manière.
— 4. *Idem* vu du côté du dos. Les bourrelets aux dépens desquels vont se former les antennes et les membres sont formés.
— 5. *Idem* un peu plus avancé. Les incisions pour les premiers appendices se sont déjà produites.
— 6. Un embryon ayant atteint le même degré de développement que l'embryon représenté à la figure 3.
— 7. Un embryon débarrassé des enveloppes de l'œuf.
— 8. OEuf de *Clavella*. Les premières cellules sortent du deutoplasma.
— 9. Cellules isolées sortant du vitellus.
— 10. Le blastoderme s'est étendu sur les faces latérales de l'œuf qui est vu du côté du dos.
— 12. Le même, un peu plus avancé, vu de la même manière.
— 13. Le même vu latéralement.
— 14. OEuf vu du côté du dos, montrant distinctement les cellules du blastoderme.
— 15. OEuf montrant l'embryon tout formé. Il ne s'est pas encore étendu de cellules autour de l'extrémité céphalique.

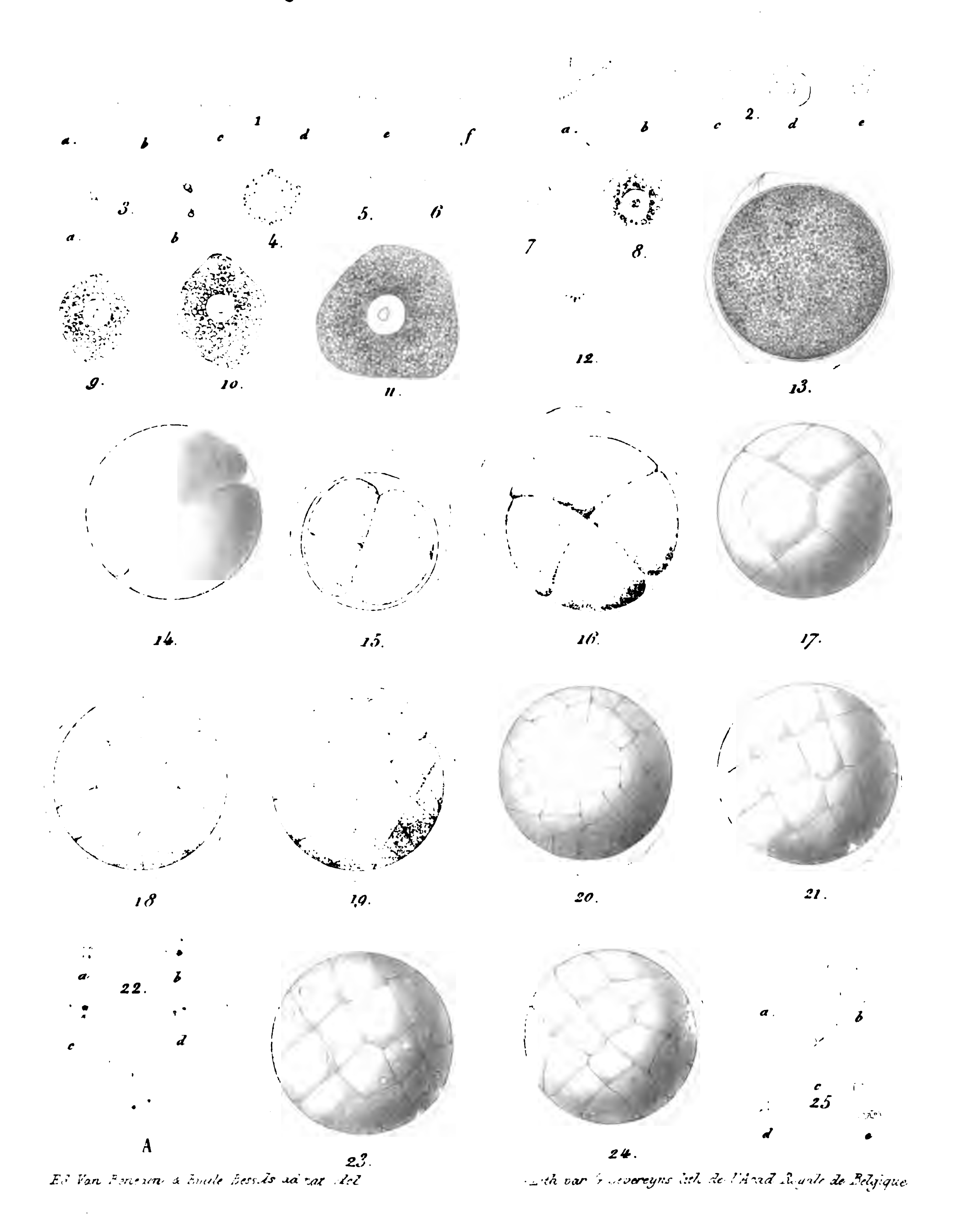
FIN.



E. Van Beneden & Emile Bessels ad nat. del.

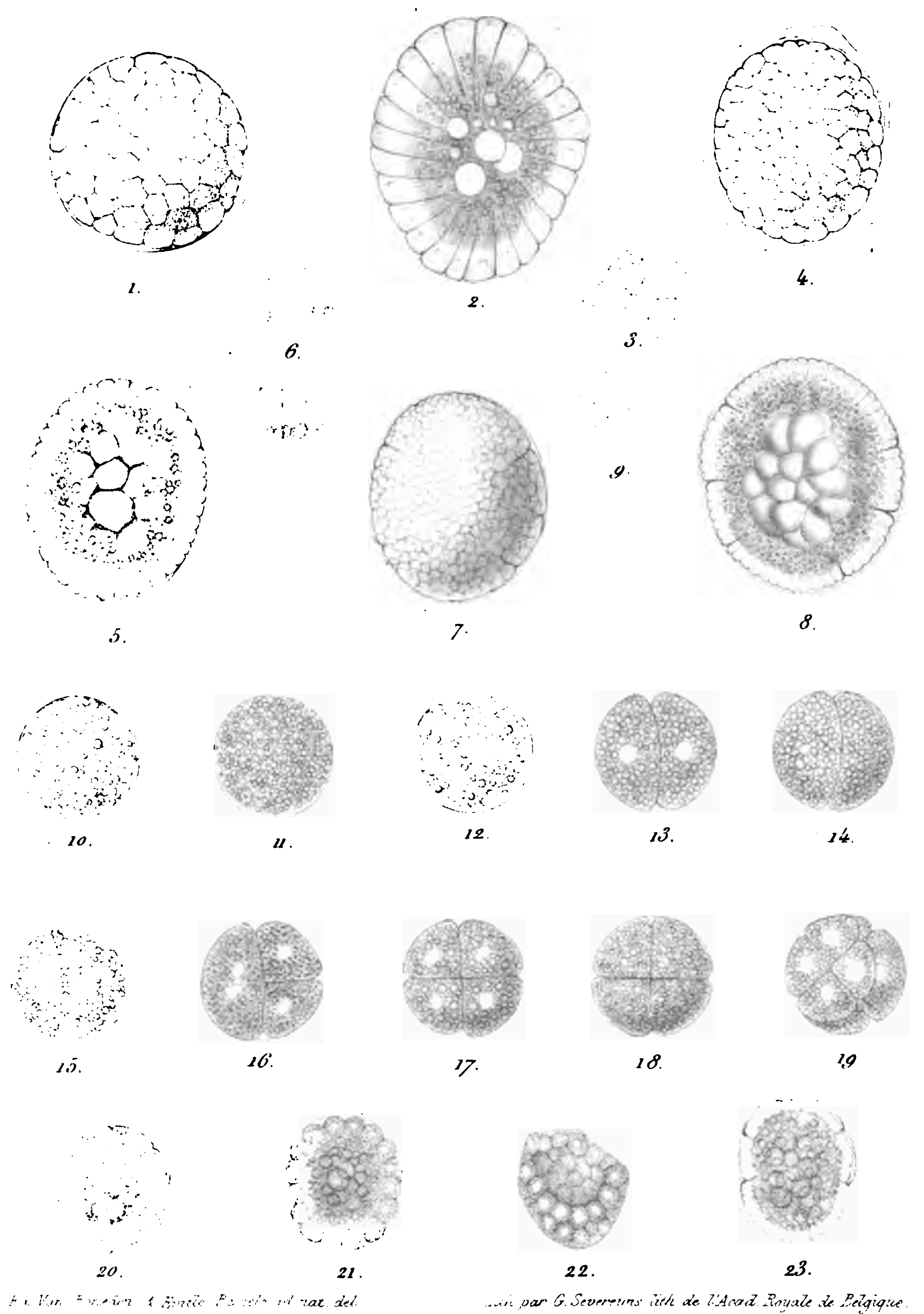
Lith. par G. Severeyns lith. de l'Acad. Royale de Belgique


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
l
l
l
9.
10.
11.
12
a
b
c
n
n
p
p
l
13.
14.
15.
a
b
c
d
16.
17.

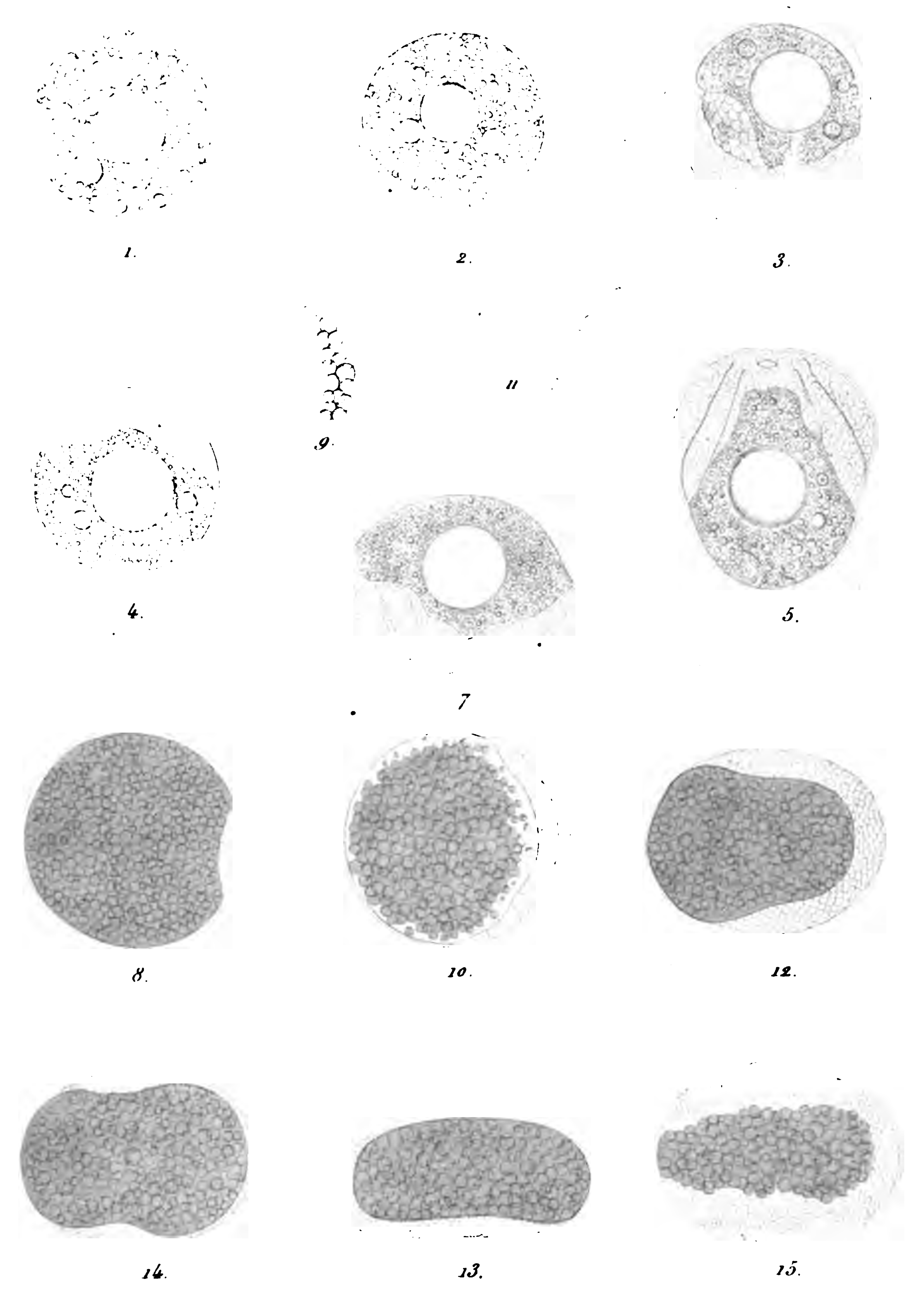


Ed. Van Beneden & Emile Bessels ad nat. del.

Lith. par G. Severeyns lith. de l'Acad. Royale de Belgique.



Ed. Van Beneden & Emile Bessels ad nat. del. — Lith. par G. Severeyns lith. de l'Acad. Royale de Belgique.


1.
2.
3.
9.
11
4.
5.
7
8.
10.
12.
14.
13.
15.

RECHERCHES

SUR LE

DÉVELOPPEMENT DU PÉLOBATE BRUN

(*PELOBATES FUSCUS*, Wagl.);

PAR LE

Dr VAN BAMBEKE,

PRÉPARATEUR D'ANATOMIE COMPARÉE ET DE PHYSIOLOGIE, A L'UNIVERSITÉ DE GAND.

(Mémoire présenté à la classe des sciences, le 6 avril 1867.)



RECHERCHES

SUR

LE DÉVELOPPEMENT DU PÉLOBATE BRUN

(*PELOBATES FUSCUS*, Wagl.).

Presque tous les auteurs qui se sont occupés de l'embryologie des anoures n'ont utilisé, pour leurs recherches, que les deux espèces les plus répandues, la grenouille rousse ou à tempes noires (*Rana temporaria*) et la grenouille verte (*Rana esculenta*). Ainsi, Swammerdam [1] ne donne du batracien, dont il décrit le développement, que le nom vulgaire, mais ses planches ne laissent aucun doute sur la nature de l'espèce qu'il avait sous les yeux : c'était la grenouille à tempes noires plus commune, du reste, dans le Nord, que sa congénère; les écrits et les figures de Leeuwenhoek [2] permettent de supposer qu'il observa les deux types, mais principalement aussi la grenouille rousse. Prévost et Dumas [3] nous laissent également ignorer le nom de l'anoure qui fait l'objet de leur beau travail, mais il est plus que probable que c'est la grenouille verte; c'est encore à celle-ci, plus commune dans le Midi, que se rapporte le mémoire de Rusconi [4]; v. Baër prend pour sujet d'ob-

[1] J. Swammerdammii, *Biblia naturae*, 1738, t. II, p. 794 et suivantes. Pl. XLVII à XLIX.

[2] Antoni Van Leeuwenhoek, *Missive van den 16 july 1683, handelende : van de voortteelinge van de kik-vors*, et *Vervolg der Brieven*, 65 *missive*, f. 1 à 10; 1688.

[3] Prévost et Dumas, *Annales des sciences naturelles;* 1824, 1re série, t. II, pp. 100-121 et 129-149. Pl. VI.

[4] D.-M. Rusconi, *Développement de la grenouille commune, depuis le moment de sa naissance jusqu'à son état parfait.* Milan, 1826; 1re partie, seule parue, avec quatre planches.

servation la *Rana temporaria* [1] et il n'a recours aux œufs de l'*Esculenta* que comme terme de comparaison; les belles figures d'Ecker [2] représentent le développement de la rousse; Reichert [3] et Newport [4] utilisent les deux espèces; ce sont encore les deux types choisis par Remak [5] qui, cependant, semble avoir contrôlé ses recherches sur les œufs du crapaud commun (*Bufo vulgaris*) et de la rainette verte (*Hyla arborea*).

A la fin du siècle dernier, Spallanzani [6] avait reconnu la segmentation sur l'œuf du crapaud accoucheur (*Alytes obstetricans*), mais il était réservé à K. Vogt [7] de faire connaître le curieux développement de ce batracien; en dehors de cette unique monographie d'une espèce un peu rare, il ne reste qu'à citer une courte notice de M. le Dr Stricker [8] sur les premières phases de développement du crapaud commun.

Il n'existe pas de recherches sur l'embryologie du pélobate, car on ne peut pas considérer comme telles les travaux de Roesel, ni ceux de Dugès et de Bruch; Roesel [9], à qui nous devons la découverte de l'espèce, se contente, comme il le fait pour les autres anoures de l'Allemagne, de décrire le mode d'accouplement de ce batracien et les modifications de l'œuf et du têtard appréciables à l'œil nu; sans chercher ici à éclaircir la question de savoir si Dugès [10] avait sous les yeux le pélobate brun ou une espèce voisine, plus

[1] von Baër, *Die metamorphose des Eies der Batrachier, etc., in Muller's Archiv*; 1834, p. 481, tab. XI, fig. 1-16.

[2] Ecker, *Icones physiologicae*; 1834, tab. XXIII.

[3] Reichert, *Das Entwickelungsleben im Wirbeltier-Reich*. Berlin; 1840, pp. 8 et suivantes. Pl. I, II et IV.

[4] G. Newport, *On the impregnation of the ovum in the Amphibia*; first et second series; 1850 et 1852.

[5] Remak, *Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere. — Ueber die Entwickelung der Batrachier*, p. 125. Pl. IX à XI, et pl. XII, fig. 1-10. Berlin, 1851.

[6] Spallanzani, *Dissertations relative to the natural History of animals and vegetables*; 1789.

[7] K. Vogt, *Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der Geburts-helferkroete* (Alytes obstetricans). Solothurn, 1842.

[8] Stricker, *Entwickelungsgeschichte von* Bufo Cinereus *bis zum Erscheinen der aüsseren Kiemen, in Sitzungsberichte der Ak. der Wiss. von Wien*; 1860, p. 472.

[9] Rösel, *Historia naturalis Ranarum nostratium*. Nurenberg, 1758; p. 69. Tab. XVII-XIX.

[10] A. Dugès, *Recherches sur l'ostéologie et la myologie des batraciens à leurs différents âges*. Mém. cour. par l'Inst.; 1834.

méridionale, le pélobate cultripide (*Pelobates cultripes*), je me contenterai de dire que cet auteur se proposait uniquement d'observer et de décrire les modifications éprouvées par les systèmes squelettique et musculaire, depuis l'état de têtard jusqu'à celui d'animal parfait; enfin, ce sont aussi des têtards déjà bien développés qui servent aux recherches de Bruch [1], dans son travail sur la formation de la colonne vertébrale.

Je n'ai pas la prétention de faire l'histoire complète du développement du pélobate brun; certaines parties de l'embryogénie des anoures sont, du reste, si bien connues aujourd'hui, qu'on s'exposerait, en les décrivant, à tomber dans des redites inutiles; ainsi, quand je parlerai de la segmentation, par exemple, qui, depuis la découverte de Prévost et Dumas, a été l'objet d'une foule de travaux importants, tout en m'arrêtant sur certaines particularités du phénomène, je m'abstiendrai de décrire ses diverses phases quand je les trouverai conformes à ce que l'on connaît déjà. Insister particulièrement sur certaines questions encore en litige de l'embryologie des anoures et faire ressortir quelques particularités propres à l'espèce que j'avais sous les yeux, tel est le but que je me suis proposé dans ces recherches. Je prends l'œuf à partir des ovaires et j'abandonne la larve au moment où les branchies internes vont remplacer les branchies externes, c'est-à-dire à l'époque où les principaux organes existent à l'état d'ébauche [2].

Tous ceux qui se sont occupés de l'embryologie des batraciens savent les difficultés sérieuses que rencontre l'observateur. D'abord il se trouve arrêté par le peu de consistance de l'œuf proprement dit et par la résistance qu'opposent les membranes qui l'entourent; aussi a-t-on cherché, de tout temps, soit à durcir le vitellus, soit à dissoudre les membranes ou à les rendre cas-

[1] Bruch, *Ueber die Entwicklung der Wirbelsaüle der Rana fusca* (Pel. fuscus. Wagl.), *in Würzburger Naturwissenschaft.* Zeitschrift, II Bd., p. 178.

[2] J'ai négligé à dessein, dans le cours de mon travail, en parlant des modifications de l'œuf fécondé ou du têtard, de déterminer le temps écoulé depuis la ponte, ce temps variant considérablement, comme on sait, d'après les circonstances extérieures et surtout d'après le plus ou moins d'élévation de la température ambiante. Pour remédier autant que possible à cette lacune et pour donner une idée de l'ensemble du développement, j'ai observé avec soin l'évolution d'œufs provenant d'une même ponte, en notant le temps écoulé et les variations thermométriques. (Voir le tableau à la fin de ce mémoire.)

santes; déjà, dans ce double but, Swammerdam avait recours à l'ébullition dans l'eau et employait divers liquides dont il nous laisse ignorer la nature [1]. Rusconi soumit également l'œuf à l'ébullition, comme moyen de durcir, et il se servit encore de liqueurs acides, parmi lesquelles l'acide nitrique paraît lui avoir donné de bons résultats [2]; ces dernières ont aussi été employées par v. Baër [3]. Depuis, plusieurs autres liquides ont été utilisés dans le même but; je citerai principalement l'alcool, plus ou moins concentré; les acides oxalique, sulfurique, chromique, l'eau d'amandes amères et la liqueur de Remak. Remak préconise fortement ce liquide, dont il est l'inventeur : c'est grâce à lui, dit-il, qu'il est parvenu aux résultats consignés dans son ouvrage sur les premières phases du développement de l'œuf des batraciens [4].

Dans mes recherches sur l'œuf du pélobate, je me suis servi principalement de l'alcool, l'acide oxalique, l'acide chromique et la liqueur de Remak; mais cette dernière, quoique composée exactement d'après la formule indiquée, ne m'a procuré aucun des avantages sur lesquels son auteur insiste tant; jamais je n'ai vu, après son emploi même très-prolongé, les membranes devenir plus cassantes; l'alcool, une solution faible d'acide chromique m'ont donné, au contraire, les meilleurs résultats. On conçoit, du reste, que tous les liquides ne conviennent pas également dans toutes les circonstances; ainsi, si ceux que je viens de nommer doivent surtout être employés pour l'examen des premières phases de développement de l'œuf, il en est d'autres, l'eau d'amandes amères, par exemple, qui sont très-utiles pour l'étude du têtard devenu libre, en permettant le facile enlèvement de la peau.

Une autre difficulté, plus sérieuse, consiste à faire, sur l'œuf durci par un des moyens que je viens d'indiquer, des coupes assez minces pour être soumises à l'examen microscopique; et cependant l'opacité de l'œuf des batraciens rend ces coupes indispensables. Or, il faut le reconnaître, jusque dans ces der-

[1] *Loc. cit.*, p. 812.
[2] *Loc. cit.*, p. 8, et *Mull. Archiv.*; 1836, p. 215.
[3] *Loc. cit.*, p. 483.
[4] *Loc. cit.*, p. 127. La composition de ce liquide est la suivante : Solution de sulfate de cuivre (circa 6 p. %) mêlée à une égale quantité d'alcool de 20-30 p. %; à une once de ce liquide on ajoute quelques gouttes de vinaigre de bois rectifié. Les œufs doivent y macérer au moins pendant vingt heures.

niers temps, on n'était pas parvenu à résoudre le problème. Les figures données par Reichert, dans le but de faire connaître la structure de l'œuf, sont simplement schématiques [1]; les belles figures de Remak [2] sont faites d'après nature, il est vrai, mais représentent des coupes examinées à la loupe seulement. On comprend néanmoins l'insuffisance de tels moyens d'exploration quand on veut se rendre compte de la disposition et du nombre des feuillets embryonnaires, par exemple; en un mot, quand il s'agit d'étudier la structure intime de l'œuf. C'est M. le Dr Stricker qui, le premier, a basé ses recherches sur des coupes microscopiques examinées par transparence et nous a donné des figures faites d'après ces coupes. Pour les détails sur la manière d'opérer de cet expérimentateur, je renvoie à son ouvrage sur le développement de la tête des batraciens [3].

La méthode à laquelle j'ai eu recours est à peu près celle que les botanistes emploient pour l'examen du pollen; l'œuf durci et débarrassé de la couche gélatineuse qui l'entoure (cette dernière condition n'est pas toujours nécessaire) est placé, au moyen d'un pinceau, dans une petite excavation pratiquée sur un fragment de moelle de sureau; on s'assure alors s'il se trouve dans une position convenable pour la coupe qu'on se propose de faire; une goutte de stéarine fondue provenant d'une bougie allumée le fixe ensuite dans la petite excavation susdite; après cela, il ne reste plus qu'à faire les coupes au moyen du rasoir; la tranche ou les tranches obtenues sont placées dans un verre de montre renfermant de l'essence de térébenthine et débarrassées ainsi de la stéarine qui les entoure; enfin elles sont portées, au moyen du pinceau, sur le verre porte-objet et préparées d'après les règles ordinaires.

Ce procédé m'a parfaitement réussi, et c'est d'après des préparations ainsi faites que sont dessinées la plupart des figures de mon travail, qui ont rapport à la structure de l'œuf ou de l'embryon.

[1] *Loc. cit*, pl. IV, fig. 1-7.
[2] *Loc. cit.*, pl. XII, fig. 1-10.
[3] Dr Stricker, *Untersuchungen über die Entwickelung des Kopfes der Batrachier, in Archiv von Muller;* 1864, p. 52.



I. — Œufs dans l'ovaire.

Quand on examine l'ovaire au printemps, on y trouve des œufs parvenus à maturité, d'autres en voie de développement. Ces derniers se présentent sous deux aspects différents d'après l'âge auquel ils sont arrivés; les plus jeunes ont un diamètre qui varie de 0,06 à 0,33 de millimètre; ils sont semi-transparents, d'un blanc bleuâtre ou légèrement jaunâtres; on y distingue, souvent même à l'œil nu, un noyau central opalin : c'est la vésicule germinative dans laquelle le microscope fait découvrir un grand nombre de *nucleoli* ou taches germinatives, comme cela s'observe du reste chez les autres batraciens anoures; ces taches se présentent sous forme de vésicules claires, transparentes, irrégulièrement sphériques et d'un diamètre à peu près égal dans le même œuf; elles ne renferment pas de granulations; le diamètre de la vésicule germinative est en moyenne de 0,08 de millimètre. La sphère vitelline est encore formée par une matière protoplasmique transparente, dans laquelle on distingue quelques rares granulations.

Les œufs les plus mûrs de la première catégorie ont perdu leur transparence par suite de la déposition des granules vitellins autour de la vésicule germinative; cependant leur coloration extérieure est relativement pâle, comparée à celle des œufs arrivés à maturité, et la même pour les deux hémisphères de l'œuf. J'ai toujours vu la masse vitelline se déposer uniformément autour de la vésicule germinative, et jamais sous forme de noyau vitellin comme le figure Ecker pour la grenouille à tempes noires [1]. Ces œufs, débarrassés de la capsule ovarienne qui les renferme, présentent, sur toute leur surface, de petites bosselures qui rappellent l'aspect de la framboise ou du fruit du mûrier. A cette époque le noyau est central ou légèrement excentrique. Ces œufs présentent, en moyenne, un diamètre de $0^{mm},40$.

On ne doit pas confondre, avec les œufs en voie de développement, les petites masses pigmentaires, disséminées dans l'ovaire, sur lesquelles je reviendrai plus loin.

[1] *Loc. cit.*, tab. XXIII, fig. 1.

Les œufs arrivés à maturité ont un diamètre de $1^{mm},50$. Ils peuvent, à leur tour, se diviser en deux catégories; ceux de la première, relativement les moins mûrs, complétement lisses à leur surface, ont l'hémisphère supérieur d'un brun noirâtre, l'inférieur d'un blanc jaunâtre; quand ils ont séjourné quelque temps dans l'alcool, il est facile d'y faire des coupes dans différents sens; en recourant à ce moyen, j'ai observé que la masse vitelline se sépare presque toujours en deux couches, l'une externe (pl. V, fig. 10, *c. p.*) formant une espèce d'écorce, l'autre centrale (*v*), et j'ai remarqué, en outre, que la distribution des teintes foncées et claires ne correspond exactement à celle observée à l'extérieur de l'œuf que pour la couche corticale seulement. Dans tous les œufs dont il est question en ce moment existe la vésicule germinative; elle est toujours excentrique et se trouve placée immédiatement sous la couche corticale; elle se rapproche donc de la périphérie de l'œuf beaucoup plus qu'elle ne le fait, d'après Newport [1], chez la grenouille verte. Ni la dissection sous le microscope simple, ni l'examen d'un grand nombre de coupes, les unes parallèles au méridien, les autres à l'équateur, ne m'ont permis de découvrir le canal que Newport décrit et figure pour la grenouille verte et qu'il dit avoir trouvé chez les autres batraciens qu'il a examinés : *Bufo vulgaris, Triton palustris, Lissotriton punctatus* et *palmipes* [2]. La masse vitelline centrale est le plus foncée à l'endroit où elle touche à la vésicule germinative; la teinte foncée décroît graduellement à partir de ce point et se fusionne insensiblement avec la couleur pâle du reste du vitellus (fig. 10, pl. V).

La vésicule germinative a pris part à l'accroissement de l'œuf, seulement cet accroissement est peu considérable quand on le compare à celui de la sphère vitelline. Examinée à l'état frais, elle laisse apercevoir son enveloppe et les taches germinatives; elle est globuleuse et entourée de toute part par le vitellus; mais il arrive souvent que, par l'action de l'alcool, elle subit des modifications dans sa forme et s'éloigne des parois de la cavité qui la renferme (fig. 10, *c, vo*); l'alcool lui communique en outre une couleur d'un blanc opaque.

[1] *Loc. cit.*, pl. XIV, fig. 6.
[2] *Loc. cit.*, p. 176, pl. XIV, fig. 6.

Les œufs de cette période, de même que ceux que je vais examiner tout à l'heure, ne sont pas recouverts par une membrane vitelline, mais seulement par la capsule ovarienne.

Dans les œufs mûrs de la seconde catégorie (ce sont relativement les plus mûrs et ils se détacheront les premiers des ovaires) la vésicule germinative a disparu; la fécondation est donc tout à fait étrangère à cette disparition. Je crois, avec Newport, qu'elle se rompt sur place et que son contenu se mélange à la masse vitelline; on observe, en effet, sur des coupes faites sur les œufs de cet âge, un aspect marbré comme résultant d'un mélange des teintes claires et foncées; cet aspect est même visible à la superficie de l'œuf; de sorte qu'avec un peu d'habitude on reconnait, au simple examen extérieur, si la vésicule a oui ou non disparu.

L'œuf mûr, à la suite de la rupture de la capsule, tombe dans la cavité abdominale; les ouvertures des oviductes étant fixées par des replis du péritoine de chaque côté du cœur, comme chez les autres anoures, ne peuvent aller à la rencontre des œufs. Et à ce propos je m'étonne que des observateurs comme Prévost et Dumas aient pu dire que les œufs, en quittant l'ovaire, « sont saisis par les trompes [1], » d'autant plus que déjà Swammerdam avait parfaitement décrit et figuré ce qui a lieu à cet égard chez la grenouille à tempes noires. Voici comment s'exprime cet anatomiste : *Ad utrumque vero cordis latus tum conspiciuntur ultimae extremitatis, sive naturales aperturae tubarum, quae Peritoneo ibidem atque ligamento Hepatis suspensorio quam firmissime et immobiliter adcreverunt, ut hinc nequaquam ad ovarium, utpote procul inde dissitum, pertingere queant* [2]; et plus loin : *Ovarium enim, prout supra indicavi, et in ipsa quoque Rana demonstrare voleo, nullo penitus modo vel cum tuba, vel cum utero, communicat. Tubae autem apertura versus ovarium sese nullatenus emovere potest* [3]. Newport revient sur cette disposition des oviductes, mais il va plus loin que l'auteur de la Bible de la nature en cherchant à expliquer comment les œufs, détachés des ovaires, arrivent jusqu'à l'embouchure des trompes; d'après l'embryologiste

[1] *Loc. cit.*, p. 105.
[2] *Loc. cit.*, t. II, p. 798. Tab. XLVII, fig. IV, *e, e*.
[3] *Loc. cit.*, p. 802.

anglais, leur progression serait déterminée d'abord par la contraction des parois abdominales, les mouvements péristaltiques de l'estomac et de l'intestin; puis, lorsqu'ils sont arrivés dans le voisinage de l'embouchure des oviductes, ceux-ci exerceraient sur eux une espèce d'aspiration résultant elle-même des mouvements du cœur [1].

Quoi qu'il en soit de cette progression, je ferai remarquer que, chez le pelobate, la pénétration des œufs dans les oviductes doit se faire très-tardivement et dans un espace de temps probablement très-court; car il m'est arrivé de sacrifier des femelles accouplées depuis plusieurs jours et à une époque ou d'autres avaient déjà pondu, et jamais je ne suis parvenu à trouver les œufs engagés dans les oviductes; tout au plus quelques-uns avaient-ils pénétré dans la première partie de ces tubes.

L'ovaire, examiné peu de temps après la ponte, montre encore deux sortes d'œufs : ceux en voie de développement que j'ai décrits plus haut, puis d'autres dont l'aspect extérieur rappelle encore, jusqu'à un certain point, celui des œufs mûrs; seulement ils ont perdu leur forme sphérique, leur volume est moindre, leur coloration extérieure uniformément d'un brun foncé, leur structure considérablement modifiée. Ce sont des œufs en voie de dégénérescence; il n'est pas rare d'en trouver quelques-uns, dans la cavité abdominale, qui présentent les mêmes caractères. Arrivés au dernier terme de la dégénérescence, ils constituent les petites masses pigmentaires qu'on trouve éparpillées dans l'ovaire, à toutes les époques.

II. — OEUF APRÈS LA PONTE. — SEGMENTATION.

Roesel nous fait connaître le mode d'accouplement du pelobate brun et la manière dont les œufs sont pondus et fécondés [2]. Ses descriptions et ses figures nous apprennent que le mâle étreint la femelle au défaut des lombes, comme cela a lieu aussi chez les autres espèces à pupille verticale [3]; en

[1] *Loc. cit.*, p. 181.
[2] *Loc. cit.*, p. 74. Pl. XVII.
[3] En effet, comme le fait remarquer M. A. Thomas, les pélobates, le pélodyte ponctué, l'*Alytes* et le *Bombinator* s'accouplent de cette manière. *Note sur la génération du pélodyte ponctué, avec quelques observations sur les batraciens anoures en général.* Voy. ANN. DES SC. NATUR., 4me série, t. I; 1854, p. 290.



voyant pour la première fois ce singulier rapprochement, le naturaliste allemand fut tenté de l'attribuer à la brièveté des extrémités antérieures du mâle, brièveté qui l'empêcherait de saisir la femelle sous les aisselles, comme cela s'observe chez la plupart des batraciens anoures; mais il doit exister une autre raison anatomique ou physiologique du phénomène, et en voici la preuve : au printemps de l'année 1865, je trouvai quelques femelles de pélobate accouplées à des mâles de la grenouille à tempes noires; ceux-ci avaient étreint les premières sous les aisselles, et la glande du pouce avait contracté la forte adhérence que l'on sait, avec la peau du ventre; or, cet accouplement avait été fatal aux pélobates femelles, qui toutes étaient mortes sans émettre leurs œufs.

Le mâle du pélobate a le pouce dépourvu de tubercules rugueux; de là ce manque d'adhérence entre les individus des deux sexes, contrairement à ce qu'on observe chez les grenouilles verte et à tempes noires; il peut à volonté abandonner sa compagne et c'est ce qu'il fait souvent quand un danger le presse. Mais s'il est privé de la glande du pouce, il en a une autre qui occupe la partie supérieure et externe du bras; volumineuse, de forme ovale, elle a été signalée, pour la première fois, par J. Muller, qui en a fait un des caractères de son genre *Cultripes* [1].

[1] *Zeitschr. von Tiedeman und Treviranus;* VI, 1831, p. 212, et *Jahresbericht,* 1835, p. 49.

Ceci m'amène involontairement à dire quelques mots de la synonymie du pélobate brun. C'est après avoir étudié l'espèce à laquelle Cuvier avait donné le nom de *Rana cultripes* (Règne anim., 3me éd.; Brux., p. 425), que J. Muller créa son genre *Cultripes,* en y plaçant deux espèces :

1° Le *Cultripes provincialis,* avec taches noires sur le dos, et le ventre d'un jaune grisâtre;

2° Le *Cultripes minor,* avec des dents vomériennes beaucoup plus volumineuses, sans taches, plus petit que le précédent.

Or, tous les caractères qu'il assigne à son *G. cultripes*, si l'on en excepte la glande du bras dont les autres auteurs ne parlent pas, correspondent à ceux du genre *Pelobates* tel qu'il est admis par Duméril et Bibron, par exemple. Aussi Bruch, dans son travail sur le développement de la colonne vertébrale chez le pélobate brun et la place que cette espèce doit occuper, fait-il entrevoir la possibilité de regarder comme synonyme du *P. fuscus*, le *C. minor* de Muller, et il ajoute : *Lieder ist es mir bisher nich möglich gewesen, für Erledigung dieser Fragen etwas weiteres zu thun, da ich von P. fuscus nur ein Weibchen besitze, P. cultripes aber niemals gesehen habe* (*loc. cit.*, p. 194). Mais on vient de voir que le pélobate brun ♂ porte, sur le bras, la glande qui devient pour J. Muller un des caractères de son *G. cultripes;* la supposition émise

Roesel décrit longuement la manière dont se fait la ponte; d'après lui, le cordon que forment les œufs serait évacué en différents temps, et successivement chaque nouvelle partie mise au jour serait fécondée par le mâle; il s'écoulerait ainsi de six à huit heures et plus avant l'émission complète du cordon [1]. Mes observations ne sont pas d'accord, sur ce point, avec celles du naturaliste allemand, car j'ai toujours vu la femelle se débarrasser de ses œufs tout d'un trait et comme par une sorte d'éjaculation; de manière que, si l'observateur veut assister à la ponte dont l'approche lui est annoncée par une agitation inaccoutumée des individus accouplés, il ne peut perdre ces derniers un instant de vue. Déjà Schwammerdam avait dit, en parlant de la grenouille à tempes noires: *Tunc fœmella simul uno impetu omnia* (*ovula*) *ejaculatur* [2]; Rusconi a observé quelque chose d'analogue chez la grenouille verte, et Newport assure que, pour les espèces de son pays, la ponte se fait *in a few seconds, and usually in less than a minute* [3]. Le pélobate rentre donc dans la règle commune.

L'œuf du pélobate, contrairement à ce qu'on observe chez la plupart des autres batraciens, n'a qu'une seule enveloppe [4]; elle consiste en une membrane très-mince, transparente, élastique, recouverte par une substance gélatineuse, hyaline qui présente, sous le microscope, un aspect feuilleté; or ces caractères correspondent précisément à ceux de l'enveloppe interne de la grenouille verte, enveloppe à laquelle Newport donne le nom de chorion et qui est, pour Remak, l'analogue de la membrane vitelline (*Dotterhaut*); mais ce dernier auteur admet encore la présence, autour de l'œuf, de ce qu'il appelle membrane de l'œuf-cellule (*Eizellemembran*) [5], laquelle est, pour M. le professeur Schultze, la vraie membrane vitelline [6].

par Bruch acquiert ainsi une grande probabilité, car on ne doit pas ajouter beaucoup d'importance au manque de taches qui, pour Muller, sert à différencier le *C. minor* du *provincialis*, cet illustre anatomiste n'ayant observé que des individus conservés dans l'alcool.

[1] *Loc. cit.*, p. 75.

[2] *Loc. cit.*, p. 809.

[3] *Loc. cit.*, p. 184.

[4] L'alyte est dans le même cas; voir K. Vogt, *loc. cit.*, p. 5.

[5] *Loc. cit.*, p. 130.

[6] Docteur Max Schultze, *Die Entwickelung-geschichte von Petromyzon Planeri*. Harlem, 1856, p. 3.

J'ai déjà dit que l'œuf ovarien du pélobate est privé de membrane vitelline; après la ponte, l'œuf, dégagé de son enveloppe, permet-il l'enlèvement d'une membrane propre, en d'autres termes, la cellule-œuf est-elle limitée à l'extérieur par une membrane? Certainement les espèces de plis qu'on observe, à la surface du vitellus, au début de la segmentation, font soupçonner son existence; aussi, sans chercher d'autres preuves, Reichert admet-il cette existence [1]; Rémak démontre la présence de la membrane : les œufs, dit cet observateur, qui ont séjourné dans la liqueur au sulfate de cuivre, pendant vingt-quatre heures ou plus, dépouillés de leur double enveloppe, laissent enlever, au moyen d'aiguilles, sous le microscope simple, une membrane résistante, transparente, se fendillant avec facilité : c'est la membrane de l'œuf-cellule (*Eizellemembran*) [2]; d'après cet observateur, elle joue un rôle important dans la segmentation, s'enfonçant entre les segments et revêtant les divisions et les subdivisions du vitellus. M. Schultze, qui avait déjà démontré antérieurement que l'existence de la cellule n'implique pas nécessairement la présence d'une membrane à la surface du protoplasme, n'admet pas, autour de l'œuf de la grenouille, de membrane véritable, et en parlant de la couche vitelline externe, il dit : *Stratum illud potius vitelli ipsius corticem appelari debere, quam membranae propriae nomine* [3].

J'ai fait un grand nombre de recherches dans le but de m'assurer de l'existence ou de la non-existence de la membrane-limite ou vitelline, et elles n'ont pas porté uniquement sur l'œuf du pélobate, mais aussi sur les œufs de la grenouille verte et de la rousse. Les liquides que j'ai employés sont les suivants : l'alcool, la liqueur de Remak, celle de Müller [4], les acides chromique et oxalique. Or, il m'a été facile de détacher des œufs de la grenouille verte une véritable membrane surtout distincte sur l'hémisphère supérieur et notamment sur les parois du premier méridien correspondant à cette partie. J'ai vu cette membrane, d'une extrême minceur, entrainer, comme le dit Remak, les

[1] B. Reichert, *Archiv für Anat. und Physiol.;* 1861, p. 134; et 1863, p. 136.

[2] *Loc. cit.*, p. 130.

[3] Professeur Schultze, *Observationes nonnullae de ovorum ranarum segmentatione;* Bonnae, 1863, p. 14.

[4] Pour la composition de ce liquide, voir Frey, *Das Microskop.* Leipzig, 1863, p. 99.

granulations vitellines qui donnent, à l'hémisphère supérieur, sa couleur brunâtre. M. Schultze, qui a pu séparer sur des œufs ayant séjourné dans la liqueur de Remak la membrane en question, ne voit là qu'une production accidentelle, une coagulation de la surface vitelline, due à l'alcool que renferme le liquide [1]; ceci me paraît une erreur, car, si cette membrane n'était, en réalité, qu'une production artificielle, j'aurais dû la trouver aussi sur les œufs du pélobate brun conservés soit dans la liqueur susdite, soit dans l'alcool, et cependant là mes recherches pour la découvrir ont été vaines; du reste, Remak lui-même va au-devant de l'objection qui lui est faite quand il dit avoir distingué, sur des œufs frais, la membrane dont il admet l'existence [2].

Cette contradiction apparente s'explique, me semble-t-il, par les époques si différentes auxquelles se fait la ponte chez les espèces mentionnées; pour l'une, le pélobate, c'est au début du printemps, alors que la moyenne de la température est peu élevée; pour la grenouille verte elle n'a lieu que beaucoup plus tard, quelquefois en juillet, et par conséquent par une température bien supérieure; de là, sans doute, une organisation plus précoce chez la dernière espèce.

Il n'existe donc pas, sur l'œuf du pélobate, une membrane dans le vrai sens du mot, mais bien une condensation de la matière protoplasmique ou vitelline, une espèce d'écorce, pour me servir de l'expression de M. Schultze. Cette écorce présente son maximum d'épaisseur vers le pôle supérieur de l'œuf et va en s'amincissant jusqu'au pôle inférieur; l'épaisseur diminue surtout rapidement à partir de l'équateur; v. Baër avait déjà signalé cette écorce [3].

Ces considérations montrent le peu d'importance de l'*Eizellemembran* de Remak; cette membrane, on vient de le voir, n'est pas constante, sa minceur est excessive, et on ne la distinguerait guère sans les granulations qu'elle entraîne. La couche corticale, au contraire, existe sur tout œuf de

[1] *Loc. cit.*, p. 13.

[2] *Loc. cit.*, p. 131.

[3] v. Baër dit, en effet : *Ueber den Bau der noch unveränderten Dotterkugel bleibt noch zu bemerken, dass das dunkle Feld durch eine ziemlich dünne schicht von Schwarzer Bottermasse gebildet wird, die wir den* UEBERZUG *nennen wollen.* (*Loc. cit.*, p. 485.)

batracien; Remak lui-même admet cette couche distincte [1] et il suffit de jeter un coup d'œil sur les figures de son ouvrage pour voir immédiatement que le rôle qu'il fait jouer à sa membrane cellulaire appartient à cette dernière et à la couche corticale réunies.

Elles montrent encore que la couronne de plis (*Faltenkranz*), qu'on voit apparaître au commencement de la segmentation, n'a pas besoin, pour se produire, de l'intervention d'une membrane.

L'œuf proprement dit, examiné immédiatement après la ponte, est sphérique et opaque; l'aspect marbré, suite de la rupture de la vésicule germinative, a disparu, l'hémisphère supérieur est d'un brun-noir, l'inférieur d'un blanc de lait; à l'endroit de l'équateur une zone grisâtre semble indiquer comme une fusion des deux teintes précédentes. Les œufs adhèrent entre eux par la matière glaireuse de l'enveloppe : on dirait un collier de perles.

Beaucoup d'embryologistes ont signalé, à l'endroit du pôle supérieur de l'œuf non fécondé des batraciens, une espèce de tache ou de fossette qui a reçu diverses dénominations et sur la vraie signification de laquelle on n'est pas d'accord. Prévost et Dumas l'appellent tache jaune ou cicatricule et la comparent, évidemment à tort, à la cicatricule de l'œuf des oiseaux [2]. Pour v. Baër, qui la nomme point germinatif (*Keimpunct*), c'est un trou conduisant par un canal dans une cavité située dans l'hémisphère supérieur, cavité qui renfermait probablement, d'après cet observateur, la vésicule germinative avant sa disparition [3]. Rusconi parle de la tache, mais pour lui elle ne constitue pas une ouverture et il n'admet pas non plus la cavité décrite par Baër [4]. Newport, au contraire, confirme la manière de voir du naturaliste allemand : *In the centre of the black surface is the minute orifice noticed by*

[1] *Viel mehr bleibt nach Ablösung der Eizellemembran noch ein weit dunklerer, der hellen Körnermasse fest anhaftender Belag zurüch;* et plus bas : *Eine zweite Membran lässt sich nich abschälen; doch behält das freigelegte Zooplasma bei vorsichtiger Präparation eine so glatte und fest Aussenfläche, dass es zuwielen erst noch wiederholtem anritzen mit der Nadel sich unterscheiden lässt ob die Eizellemembran abgelöst ist.* (*Loc. cit.*, pp. 130 et 131. Tab. IX, fig. 3-7.)

[2] *Loc. cit.*, p. 104.

[3] *Loc. cit.*, p. 485, fig. 11 et 12.

[4] *Dév. de la Gren.*, p. 9, et *Mull. Archiv.*, 1836, p. 205.

Prévost and Dumas, and Baër, which leads into the central canal that communicated with the germinal vesicle in the ovarian ovum [1]. Ecker admet la cavité de v. Baër, mais ne parle pas de la tache ou de l'ouverture du pôle obscur [2]; Remak assure avoir trouvé, dans la plupart des cas, sur les œufs durcis dans la liqueur au sulfate de cuivre, une cavité située sous le pôle obscur et limitée par une masse granuleuse d'un gris-jaunâtre, et il ajoute qu'il lui est arrivé aussi de rencontrer, en même temps, deux cavités adjacentes résultant probablement d'une division de la cavité primordiale; il n'est pas prouvé pour Remak que la cavité de Baër ait servi à loger la vésicule germinative [3]. Je conserverai à la tache découverte par Prévost et Dumas le nom de fossette germinative (*fovea germinativa*) que lui donne M. Schultze [4]. Cette fossette existe sur l'œuf du pélobate, immédiatement après la ponte, mais il faut le secours de la loupe pour la découvrir; elle se présente sous forme d'une petite tache grisâtre; est-ce une simple tache ou bien une ouverture conduisant dans la cavité nucléaire de Baër? J'ai déjà dit, en parlant de l'œuf ovarien, que, malgré de minutieuses recherches, je ne suis pas parvenu à découvrir le canal signalé par Newport, et que, conjointement avec la vésicule germinative, disparaît aussi la cavité qui la renferme. C'est vainement encore que j'ai cherché l'existence d'un canal sur un grand nombre d'œufs pris immédiatement après la ponte et durcis par différents moyens; sur toutes les coupes, la coloration interne répondait à la démarcation extérieure, c'est-à-dire qu'elle était d'un brun-noirâtre pour l'hémisphère supérieur, blanche ou jaunâtre pour l'hémisphère inférieur; dans les œufs fécondés, mais seulement dans ceux-là, le microscope permet de distinguer un noyau clair central, entouré par une zone obscure, mais jamais de cavité.

Par conséquent, chez le pélobate, la fossette germinative, au lieu de constituer l'orifice d'un canal, n'est qu'une simple tache ou dépression. Peut-on, comme M. Schultze est tenté de le faire en parlant de la grenouille,

[1] *Loc. cit.*, p. 187.
[2] *Loc. cit.*
[3] *Loc. cit.*, p. 128.
[4] *Loc. cit.*, p. 14.

la regarder comme le micropyle de l'œuf [1]? Il faudrait des recherches spéciales avant de se prononcer sur ce point.

D'après M. Schultze, le premier indice de la fécondation serait une modification survenue dans la fossette germinative : *Paulo post foecundationem,* dit-il, *obscurior fit eo quod nigri vel fusci vitelli granula ad eam quasi implendam arctius condensantur. Quae foveae commutatio primum indicium est foecundationis* [2]; le plus souvent il m'a été impossible de trouver la trace de la *fovea germinativa,* sur les œufs du pélobate, quelque temps après la ponte; dans quelques cas cependant je l'ai vue persister avec tous ses caractères. Un autre phénomène, signalé depuis longtemps, est que les œufs, après la ponte, se placent toujours l'hémisphère obscur tourné en haut, l'hémisphère clair en bas; cette propriété est, aux yeux de Remak, un motif pour admettre l'existence de la cavité nucléaire de Baër; M. Schultze démontre qu'elle est l'apanage des œufs fécondés [3]; cette assertion est vraie aussi pour les œufs du pélobate; faut-il voir une relation entre ce phénomène et l'apparition du noyau clair situé dans le segment supérieur? Au moment de la ponte, la membrane enveloppante est en contact immédiat avec l'œuf; après la fécondation, ce dernier subit un retrait qui l'éloigne de la première; ce retrait se fait, non comme le croyait Newport, vers le pôle supérieur seulement, mais sur tout le pourtour du vitellus, de manière à laisser entre l'œuf proprement dit et la membrane un espace libre qu'il appelle chambre respiratoire (*respiratory chamber)* [4]; cet intervalle entre le vitellus et la coque est l'analogue de celui observé par Lereboullet chez les poissons et décrit par cet embryologiste sous le nom de zone transparente [5].

D'après Prévost et Dumas, dont les travaux ont été trop souvent oubliés par les auteurs venus postérieurement, le premier méridien « part de la cicatricule ou d'un point très-rapproché d'elle [6]; » Newport dit expressément que

[1] *Loc. cit.,* p. 15.
[2] *Loc. cit.,* p. 14.
[3] *Loc. cit.,* p. 15.
[4] *Loc. cit.,* p. 187.
[5] *Embryologie comparée sur le développement du brochet, de la perche et de l'écrevisse.* Résumé dans les ANN. DES SC. NAT., 4e série, 1854, t. I, p. 246.
[6] *Loc. cit.,* p. 110.

c'est sur les parois du canal que commence la segmentation : *It is in the margin of this canal that segmentation is commenced* [1]; puis, jusqu'à M. Schultze, on ne semble plus s'être occupé de cette question; ce dernier auteur fait remarquer que, la fossette germinative disparaissant le plus souvent avant le début de la segmentation, il est impossible de dire quel est le point de départ de cette dernière; que, dans les cas où il en reste un vestige, c'est dans ce voisinage *juxta foveae residuum* qu'il a vu le premier sillon se produire [2]. Alors que la fossette n'avait pas disparu, j'ai vu les premiers indices du fractionnement se montrer sur son pourtour, comme le montre la fig. 1 de la pl. I.

La couronne de plis (*Faltenkranz*) est très-prononcée sur l'œuf du pélobate brun; de là une direction en zigzag du premier méridien (pl. I, fig. 2); mais cette direction n'est que passagère et, quand les plis latéraux ont disparu, le premier sillon est devenu rectiligne. La longueur des plis ne se constate pas seulement pour le premier méridien, mais aussi pour les sillons des stades suivants. Les autres phénomènes extérieurs de la segmentation n'offrent rien de bien spécial pour l'espèce qui m'occupe en ce moment; souvent, comme Baër l'avait déjà fait remarquer chez la grenouille, le deuxième méridien ne croise pas le premier à angle droit, mais le touche, par ses deux moitiés, à des hauteurs différentes, de manière à former une ligne brisée [3]. Plus rarement j'ai assisté à un mode tout à fait anomal de fractionnement et qui consistait dans l'apparition de deux lignes courbes se touchant sur une partie de leur longueur en forme d'X, de manière à diviser d'emblée l'hémisphère supérieur en quatre segments (figure ci-contre).

Fig. 1.

Quant au rhythme de la segmentation, on constate, comme cela s'observe chez les autres batraciens, la lenteur plus grande du processus sur l'hémisphère inférieur; Remak, parlant de la différence qui existe sous ce rapport entre les deux hémisphères de l'œuf, dit que sur le supérieur les sillons se

[1] *Loc. cit.*, p. 187.
[2] *Loc. cit.*, p. 15.
[3] *Loc. cit.*, p. 498.

produisent avec la rapidité de l'éclair *mit Blitzesschnelle*[1]; pas plus que M. Schultze, je n'ai été témoin d'une rapidité aussi grande et il m'a toujours été facile de suivre le phénomène. Il est connu, du reste, que la marche plus ou moins rapide de la segmentation, comme celle du développement en général, dépend en grande partie du plus ou moins d'élévation de la température ambiante; or, Remak observait en juillet, sur les œufs de la grenouille verte, alors que le thermomètre marquait en moyenne 20° centigr., tandis que mes observations ont été faites au commencement d'avril, par une température de 12° à 14°. Comme on peut le voir sur le tableau qui se trouve à la fin de ce travail, les œufs pondus le 9, à midi, ne présentaient le soir, à 8 1/4 heures, que la division en 16; le lendemain, à 7 1/4 heures, ils avaient l'aspect muriforme ou framboisé.

Depuis les recherches de Bergmann[2] et de Reichert[3], mais principalement depuis les remarquables travaux de Remak[4], il reste peu de chose à dire sur les phénomènes intimes de la segmentation de l'œuf des batraciens. Le dernier auteur que je viens de nommer admet, on se le rappelle, la présence, dans l'œuf fécondé, d'une cavité centrale ayant ou non renfermé la vésicule germinative; plus loin, se basant sur les recherches faites chez les invertébrés et notamment sur la découverte de Müller qui a vu, chez l'*Entoconcha mirabilis*, la vésicule germinative ne pas disparaître et devenir le point de départ de la segmentation[5], il admet également que la cavité susdite est l'origine des noyaux que renferment les cellules de la segmentation[6]; j'ai déjà dit que mes recherches, pour découvrir, sur l'œuf fraîchement pondu, la prétendue cavité nucléaire de Baër, ont été vaines; mais que, par contre, il m'est arrivé souvent de rencontrer, à l'endroit de la cavité, un nucléus clair entouré par une zone de matière vitelline foncée et finement granulée; cette dernière, assez nettement limitée du côté du noyau, n'a pas de ligne de démarcation tranchée

[1] *Loc. cit.*, p. 129.
[2] Bergmann, *Die Zerklüftung und Zellenbildung im Froschdotter*. Mull. Archiv., 1841, p. 89.
[3] Reichert, *Mull. Archiv.*, 1841 et *loc. cit.*
[4] *Loc. cit.* et *Mull. Archiv.*, 1851, p. 495; 1857, p. 59.
[5] *J. Müller im Monatsbericht der Berl. Akad. der Wiss.*, sept. 1851, s. 640.
[6] *Loc. cit.*, p. 138.

du côté externe, où elle se confond insensiblement avec le vitellus moins coloré qui l'entoure. Ce noyau n'est pas central, mais situé tout entier dans l'hémisphère supérieur, de sorte que sa position rappelle singulièrement celle de la cavité logeant la vésicule germinative. Il est le point de départ de la segmentation et, comme le veut Remak, la substance granuleuse foncée qui le borde prend part à la division nucléaire. D'après le même auteur, le nucléus clair (sa cavité nucléaire) ne serait que rarement entouré par la masse foncée, dans les phases qui suivent l'apparition de l'équateur ou de la division en huit segments; le contraire s'observe pour l'œuf du pélobate, où les dernières cellules du fractionnement présentent, en miniature, le même aspect que celle du début.

J'ai vu la division en deux segments se faire d'une manière toute spéciale et sur laquelle je crois devoir m'arrêter un instant. D'après Remak, le premier méridien, après avoir paru sur l'hémisphère supérieur, puis sur l'hémisphère inférieur, formerait un étranglement circulaire autour d'une partie centrale non encore divisée [1]; c'est ce qu'il appelle *Einfurchung ;* il donne le nom de *Durchfurchung* à la division subséquente de la partie centrale. Or, quand on divise l'œuf du pélobate, dans le sens du premier méridien et au moment où ce méridien est sur le point d'être complet, on voit que la portion non divisée, loin d'être centrale, est tout entière située dans l'hémisphère inférieur (pl. V, fig. 11, *p*); elle se présente sous forme de cône dont la base correspond à la périphérie de l'œuf, par conséquent à l'endroit où le premier méridien n'est pas encore visible à l'extérieur, et dont le sommet, ou la partie supérieure, est nettement indiqué par la présence de la couche corticale; sur les sections, la partie déjà divisée forme, autour de celle qui doit l'être encore, une sorte de croissant qui l'entoure de toute part sauf à la base qu'il touche par ses pointes. Cette disposition est constante chez le pélobate brun.

[1] *Loc. cit.*, pl. IX, p. 2.



III. — CAVITÉ VISCÉRALE PRIMITIVE.

(Pl. V, fig. 8 et 9.)

Quand la segmentation a atteint ses dernières limites, les divisions qui en résultent sont d'une petitesse extrême, et l'œil ne les découvre plus sans le secours d'instruments grossissants; extérieurement l'œuf ressemble alors, à s'y méprendre, à ce qu'il était immédiatement après la ponte. Après une pause de quelques heures, l'hémisphère brun envahit peu à peu l'hémisphère pâle; bientôt une ligne en forme de croissant [1], à concavité tournée vers le pôle inférieur, ligne déjà découverte par Rusconi [2], sépare nettement ces parties à l'endroit où se formera le premier rudiment de la cavité viscérale (pl. V, fig. 8, *rc*); une démarcation analogue, mais plus petite, apparaît un peu plus tard vis-à-vis de la première : elle correspond à la cavité anale (*Afterhöle*) de Remak (fig. 8, *rm*); enfin les croissants se réunissent par leurs extrémités, et la partie foncée a envahi, à l'extérieur, tout le globe vitellin, en ne laissant à découvert qu'un disque blanc ou légèrement jaunâtre, l'*anus* pour Rusconi, qui deviendra bientôt le bouchon (*Dotterpfropf*) de Ecker (pl. V, fig. 9, *bc*).

Deux choses doivent surtout fixer l'attention à cette époque : la formation de la cavité viscérale primordiale et celle des couches ou feuillets embryonnaires; c'est de la première que je vais m'occuper en ce moment.

Prévost et Dumas s'étaient contentés d'examiner les modifications extérieures par lesquelles passe l'œuf des batraciens anoures, et v. Baër, en découvrant la cavité de la segmentation à laquelle on a donné son nom, y vit à tort le premier indice du tube digestif [3]; Rusconi distingue deux cavités, celle de la segmentation (cavité centrale de Baër) et une autre, elliptique (*Elliptischehöle*) séparée de la première et communiquant au dehors par la fente anale (*Afterhöle*); mais, par une singulière erreur, l'embryologiste italien prend pour la cavité viscérale, non la cavité qu'il désigne sous le nom d'ellip-

[1] Ne pas confondre avec le croissant céphalique dont il sera question plus tard.

[2] *Histoire de la grenouille verte et Mull. Archiv.*, 1836, p. 219, pl. VIII, fig. 9, *r*.

[3] *Loc. cit.*, p. 497, pl. XI, fig. 14.

tique, mais la cavité centrale de Baër [1]. Aujourd'hui, les recherches de Remak [2], puis celles de M. le docteur Stricker [3] ont mis hors de doute que la cavité elliptique de Rusconi est le premier indice du tube digestif et qu'elle s'agrandit aux dépens de celle de la segmentation. Mais un point sur lequel les deux observateurs que je viens de citer ne sont pas d'accord, c'est le mode de formation de la cavité elliptique. Pour Remak, elle devrait son origine à un refoulement *eine Einstülpung die von unter her sich bildet, wobei die untere weisse Fläche des Eies zur inneren Fläche der Nahrungshöle wird* [4]; M. le professeur Schultze, qui a vu chez le *Petromyzon planeri* la cavité elliptique donner naissance à la cavité viscérale, accepte l'opinion de Remak [5]; M. Stricker admet dans la formation de la cavité viscérale, d'abord la séparation (*Trennung*) de la saillie embryonnaire (*Keimhügel*) et de la masse vitelline centrale, à l'endroit de la fente anale de Rusconi, puis, pour la partie supérieure, l'ajoutage à la voûte de la cavité de Baër (*Decke der Furchungshöle*) d'une triple couche de cellules appartenant au plancher de cette cavité, la séparation de la couche la plus interne des deux autres, et la communication de la cavité qui en résulte avec celle formée inférieurement [6].

J'ai cherché, sur l'œuf du pélobate, à connaître le véritable mode de formation de la cavité viscérale primitive, en ayant recours, à l'exemple de M. le docteur Stricker, au seul moyen qu'il y a de résoudre le problème et qui consiste à faire sur des œufs durcis des coupes assez minces pour être soumises à l'examen microscopique; l'œil armé de la loupe découvre bien, il est vrai, une distinction grossière entre les différentes couches, mais insuffisante toutefois pour donner des résultats positifs. Les œufs que j'ai utilisés pour

[1] *Mull. Archiv.*, 1836, p. 220, fig. 26, 27, 29 et 30.

[2] Remak communiqua d'abord sa découverte à l'Académie des sciences de Paris (séance du 13 septembre 1852. *Note sur le développement des animaux vertébrés.* COMPTES RENDUS, t. XXXV, n° 11), puis à la réunion des naturalistes à Wiesbaden (1853); enfin il donna une description plus détaillée et des figures dans son grand ouvrage, *loc. cit.*, p. 141 et suivantes, pl. XII, fig. 1 et 10.

[3] *Untersuchungen über die ersten Anlagen in Batrachier Eiers, m. 1 taf. in Zeitschr. für Wiss. Zool.*, II Band, 3 Heft, 1861, p. 315, pl. XXVI.

[4] *Loc. cit.*, p. 142.

[5] *Loc. cit.*, p. 14.

[6] Stricker, *loc. cit.*

l'observation étaient durcis soit par une solution faible d'acide chromique, soit par l'alcool; l'anus et la fente anale de Rusconi étaient visibles et c'est, ou dans le sens du méridien, c'est-à-dire perpendiculairement à ces parties, ou dans celui de l'équateur, c'est-à-dire horizontalement, que les coupes ont été faites. Leur examen a mis hors de doute pour moi qu'il n'y a pas de refoulement comme le veut Remak et que, s'il s'opère consécutivement une séparation ou disjonction, ce n'est pas de la manière décrite par M. Stricker.

D'après mes observations, le phénomène a lieu, du moins chez le pélobate, comme suit :

La cavité de Baër occupe à peu près tout l'hémisphère supérieur quand celui-ci, dépassant l'équateur, commence à envahir l'hémisphère inférieur clair; ce que l'on peut regarder comme le premier indice des couches embryonnaires forme le dôme de cette cavité, tandis que la masse vitelline en constitue le fond. Les cellules du dôme, à l'exception de la couche interne, sont plus petites, plus foncées en couleur et ainsi nettement distinctes des cellules centrales; comme il sera dit, en parlant des feuillets embryonnaires, déjà alors une rangée de cellules est bien délimitée à la périphérie : c'est la membrane enveloppante; de plus, contrairement à l'opinion de M. le docteur Stricker, j'ai vu constamment une couche de cellules vitellines tapisser la face interne du dôme.

On se le rappelle, la segmentation commence toujours sur l'hémisphère supérieur, l'inférieur ne fait, en quelque sorte, que le copier, et ce processus est toujours plus rapide dans la partie située au-dessus de l'équateur; or, le point de départ du phénomène c'est la multiplication des cellules foncées du dôme, multiplication qu'on peut considérer comme la suite de la segmentation, les cellules de l'hémisphère pâle restant à peu près stationnaires; en effet, cette prolifération cellulaire a pour résultat une incurvation de la couche périphérique qui glisse sur elle-même, et de cette manière donne naissance aux bourrelets (pl. V, fig. 8); ce qui se passe ici rappelle, jusqu'à un certain point, ce que je décrirai pour la membrane enveloppante au moment de la formation du canal nerveux.

L'observation prouve que c'est bien ainsi que se forment, d'un côté, la

fente anale (Rusconi), premier indice de la cavité viscérale, de l'autre, la fente plus petite (elle est relativement très-développée chez le pélobate) qui est, pour Remak, la vraie cavité anale (*Afterhöle*). En effet, les bourrelets qui limitent extérieurement ces fentes sont formés uniquement par les cellules foncées de la couche externe et toujours distinctes des grandes cellules vitellines auxquelles ils touchent; ce qui frappe tout d'abord l'observateur, c'est que le feuillet externe formé d'une rangée cellulaire unique ne présente pas d'interruption à l'endroit des bourrelets, mais se continue sur ces derniers, les contourne, les revêt à l'intérieur et devient ainsi la limite externe des deux fentes anales, la limite interne des bourrelets; les cellules situées en *me'* (fig. 8, pl. V) sont identiques à celles (*me*) de la périphérie de l'œuf; les cellules vitellines, formant l'autre paroi de la cavité triangulaire, s'éloignent considérablement de ces dernières par leur volume, leur forme et leur coloration; une couche de cellules vitellines n'est donc pas, comme le prétend Remak, venue se juxtaposer, par suite de ce qu'il appelle un refoulement, sur le feuillet moyen (Remak) pour former la limite interne du bourrelet. Cet auteur invoque, comme preuve de ce qu'il appelle *Einstülpung,* l'aspect lisse des parois de la fente anale; mais l'incurvation rend tout aussi bien compte de cet état particulier.

Il résulte de l'incurvation que je viens de décrire, qu'à l'endroit de l'équateur les cellules réfléchies du feuillet externe se confondent avec les cellules vitellines qui tapissent la voûte de la cavité de la segmentation; on voit alors ces dernières se modifier de proche en proche et revêtir les mêmes caractères que celles de la portion incurvée du feuillet externe lui-même; le feuillet complet qui en résulte a donc une origine différente dans les deux hémisphères de l'œuf (pl. V, fig. 9, *fm*).

C'est ainsi que j'ai vu se former, chez le pélobate brun, la fente anale (Rusconi), premier indice de la cavité viscérale, et la fente anale de Remak; mais tandis que celle-ci reste stationnaire, celle-là, au contraire, augmente par la séparation de la couche externe du noyau vitellin. Comme l'ont observé Remak, MM. Schultze et Stricker, la cavité de la segmentation diminue rapidement à cette époque, à mesure que s'accroît la cavité viscérale. Chez le pélobate, ce n'est qu'au moment où le bouchon de Ecker est

séparé du reste de la masse vitelline qu'une ou deux rangées de cellules de cette masse viennent, à partir de l'hémisphère supérieur, se juxtaposer à la paroi interne de la voûte de la cavité viscérale, et compléter ainsi les feuillets embryonnaires (pl. V, fig. 9, *fg*).

IV. — FEUILLETS EMBRYONNAIRES.

Les opinions sont partagées sur la question de savoir combien de feuillets embryonnaires on peut distinguer sur l'œuf des anoures et sur la signification de ces feuillets.

Je m'occuperai d'abord du nombre des feuillets. D'après Remak, la couche embryonnaire serait double dans la voûte qui recouvre la cavité de Baër (je puis faire abstraction pour le moment de la subdivision qu'admet Remak dans son feuillet externe), triple dans le prolongement ou bourrelet qui entoure l'anus de Rusconi; le deuxième feuillet, devenu central, se terminerait brusquement dans une espèce de cul-de-sac formé par les feuillets externe et interne s'unissant en cet endroit [1]; nous savons déjà à quoi nous en tenir à cet égard.

Pour M. Stricker, la voûte de la cavité de la segmentation serait formée de quatre à six rangées de cellules irrégulièrement disposées, et on n'y distinguerait pas d'abord de division en feuillets; c'est ce que l'auteur appelle la couche principale (*Hauptschicht*); bientôt une triple rangée de cellules centrales jaunes viendrait se juxtaposer à cette couche principale; puis cette triple rangée se séparerait en deux feuillets, l'un, formé de deux rangs cellulaires, restant adhérent à la couche principale, l'autre, formé, par conséquent, d'une rangée unique, servant de séparation entre la cavité de la segmentation et la cavité viscérale primitive; enfin, et toujours d'après le docteur Stricker, ce serait plus tard seulement, alors que le bouchon s'est séparé du reste de la masse vitelline, que la couche principale se subdivi-

[1] *Loc. cit.*, p. 142. Pl. XII, fig. 1-6.

serait elle-même en un feuillet externe composé d'une seule rangée de cellules et en un feuillet sous-jacent plus large; de sorte qu'il y aurait alors pour l'auteur allemand :

Le premier feuillet ou feuillet externe . Le deuxième feuillet.	subdivisions de sa couche principale;
Le troisième feuillet . . . . Le quatrième feuillet.	formés par les cellules vitellines qui se sont juxtaposées à la couche principale[1].

Comme M. Stricker, j'ai trouvé quatre feuillets, mais je ne suis pas tout à fait d'accord avec cet auteur sur l'époque de leur apparition et sur l'origine de quelques-uns d'entre eux.

Le premier feuillet ou feuillet externe est déjà distinct sur l'œuf du pélobate, à l'époque où commence la formation de l'anus de Rusconi (pl. V, fig. 8, *me*); quand la cavité viscérale a remplacé celle de la segmentation, il entoure l'œuf tout entier. Il est formé par une seule rangée de cellules à contours nettement marqués, légèrement coniques, à base tournée en dehors, renfermant le plus souvent un noyau et un nucléole et remplies d'un contenu granuleux; c'est un véritable épithélium cylindroïde.

Le deuxième feuillet (pl. V, fig. 8 et 9, *fs*) est formé d'abord de trois à quatre rangées de cellules un peu moins grandes que celles du feuillet externe, plus foncées en couleur et presque toujours polygonales par suite de la pression qu'elles exercent les unes sur les autres; elles renferment aussi un contenu granuleux et leurs contours sont bien nets. Dans les bourrelets, l'épaississement de ce feuillet est plus considérable par suite du mode de formation de ces derniers.

Troisième feuillet. J'ai dit, en parlant de l'origine de la cavité viscérale, que le feuillet externe contourne les bourrelets, vient former les parois externes des fentes anales et qu'à la voûte de la cavité de Baër, c'est-à-dire à partir de l'endroit où commence l'incurvation, il se confond avec les cellules qui tapissent cette dernière; telle est l'origine du troisième feuillet (pl. V, fig. 9, *fm*); c'est ce feuillet qui, d'après M. le docteur Stricker, serait formé

[1] Voir *Untersuchungen*, etc., déjà cité.

par deux des rangées de cellules vitellines qui sont venues se juxtaposer à ce qu'il appelle la couche primordiale.

Enfin, le quatrième feuillet est formé par une ou deux rangées de cellules vitellines qui, après la formation de la cavité viscérale, revêtent la face interne du feuillet précédent (pl. V, fig. 9, *fg*).

Quelle est la signification des différents feuillets? Remak appelle son feuillet externe ou supérieur, sensoriel ou sensitif (*sensorielles Blatt, Sinnesblatt*); mais, à l'encontre de ce qu'il admet pour les vertébrés supérieurs, il y distingue deux couches : une externe, foncée, formée de petites cellules, et une interne, formée de cellules grandes, pâles et juxtaposées à l'instar d'un épithélium cylindroïde [1]. Pour lui, ce feuillet sensoriel est l'équivalent de la membrane enveloppante de Reichert (*Umhüllungshaut*). Il est difficile d'assigner au feuillet sensoriel de Remak sa véritable valeur et de dire s'il correspond à la membrane enveloppante de Reichert, comme aussi au feuillet externe de Stricker et au mien, ou bien s'il est l'équivalent du feuillet externe et de celui qui le suit immédiatement (deuxième feuillet de Stricker et le mien). En effet, si l'on a égard à la description et aux figures qu'il donne de ce feuillet, on voit que tous les caractères assignés par l'auteur à la couche interne correspondent à ceux de la membrane enveloppante, de même qu'au feuillet externe de Stricker et au mien; la rangée externe, formée, d'après Remak, de petites cellules foncées, n'existe pas sur l'œuf du pélobate, et M. Stricker ne l'a pas trouvée non plus sur les œufs qu'il a examinés; de sorte que la couche interne du feuillet sensoriel de Remak peut seule être comparée à la membrane enveloppante de Reichert. Si, oubliant la description donnée par Remak de son feuillet sensoriel, on s'en rapporte uniquement au rôle qu'il fait jouer aux deux couches qui, selon lui, le composent, on devrait rapporter à la membrane enveloppante ou feuillet externe, non tout ce feuillet sensoriel, mais seulement sa rangée

[1] *Das äussere Blatt (das sensorielle) besteht aus einer dünnen kleinzelligen braunen Aussenschicht und einer dicken weissen Schicht. In der letzteren erkennt man einen radiären Bau, bedingt durch grosse weisse, schon bei 15 facher Vergrösserung unterscheidbare cylindrische Zellen von c. 1/40 L. Höhe, welche nach Art eines cylinderepitheliums senkrecht auf dem mittleren Keimblatte stehen. Loc. cit.*, p. 145, et pl. XII, fig. 7 *b*.



externe; l'interne devient alors l'équivalent de mon deuxième feuillet comme aussi du deuxième feuillet de M. Stricker.

Le feuillet externe se détache avec une grande facilité sur les œufs qui ont séjourné pendant quelque temps dans un alcool affaibli. Je lui conserverai le nom de membrane enveloppante que lui a donné Reichert; en effet, quoiqu'il ne serve pas uniquement, pour la larve, d'organe de protection, il n'est pas cependant l'équivalent du feuillet corné (*Hornblatt*) de Remak, nom donné, comme on sait, par cet auteur, à la partie périphérique de son feuillet sensoriel chez les vertébrés supérieurs; mais nous verrons qu'il partage ce rôle avec la portion périphérique du feuillet sous-jacent.

On connait déjà la nature et la disposition des cellules qui composent le deuxième feuillet; c'est bien, comme le veut M. Stricker, la vraie couche sensorielle, celle qui donne naissance au système nerveux central. Comme je le dirai en parlant de la formation du canal nerveux, dès l'apparition de la ligne primitive, les cellules de ce feuillet se multiplient à l'endroit où se formera ce canal, tandis que, sur plus des deux tiers de sa périphérie, il n'est bientôt formé que par une seule couche de cellules petites, dont le volume diminue encore à mesure qu'on les observe à une époque plus avancée de l'état larvaire (pl. II, fig. 1, *sn pp*); l'examen microscopique peut seul les faire découvrir, et loin de présenter les caractères assignés par Remak aux cellules de la couche interne de son feuillet supérieur, elles rappellent plutôt ceux qui, d'après cet embryologiste, seraient propres aux cellules de la rangée externe de ce feuillet; M. le docteur Stricker a fait la même remarque : *Nach abwärts gegen den Dotterpfropf verschmächtigt sie sich allmählig, nach den Seiten und nach vorne hin aber so rasch, dass sie bald nur als eine einzige Lage kleiner Zellen das Ei umschliesst* [1].

Le troisième feuillet correspond au deuxième feuillet de Remak; c'est le feuillet motoriel ou moteur-germinatif (*das Motorischeblatt*); comme chez les vertébrés supérieurs, il devient l'origine des vertèbres, des muscles, des corps de Wolff, etc.

Le quatrième feuillet (le troisième pour Remak), ou interne, est celui auquel cet embryologiste a donné le nom de trophique, nutritif ou glandu-

[1] *Loc. cit.*, p. 324 (*Untersuchungen*, etc.).

laire (*trophischen, Drüsenblatte*); mais chez les batraciens ce n'est pas un simple feuillet : à la partie inférieure ou abdominale il est formé par une masse cellulaire que les auteurs, qui placent ces animaux parmi ceux à œufs méroblastiques, appellent vitellus ou noyau vitellin par opposition au germe; Remak, qui n'admet pas cette distinction, donne à cette partie le nom de *Drüsenkeim* [1] (pl. II, fig. 1, *fg nv*). En effet, ce quatrième feuillet remplit, chez le pélobate brun, les mêmes fonctions que le feuillet glandulaire des vertébrés supérieurs.

V. — FORMATION DE L'AXE CÉRÉBRO-SPINAL.

Après la formation de la cavité viscérale primitive, alors que l'anus de Rusconi a disparu ou qu'il est réduit à son expression la plus simple par l'emprisonnement du bouchon de Ecker, les premiers indices de la formation du système nerveux deviennent visibles au dehors. Déjà Prévost et Dumas avaient reconnu, sur l'œuf de la grenouille verte, la ligne primitive qu'ils appellent trace noire longitudinale et l'ellipse plus pâle qui l'entoure [2]; Rusconi et Remak, chez la même espèce, Reichert chez la grenouille à tempes noires, signalent aussi l'apparition de la ligne primitive, sur une surface claire, de forme ovale ou ellipsoïde. Sur l'œuf du pélobate brun, ce n'est pas une simple ligne qui apparaît d'abord, mais une dépression triangulaire dont le sommet part en général du bouchon de Ecker et dont la base se dirige du côté de l'hémisphère supérieur; un petit trait foncé est toujours visible sur le milieu de toute la longueur de la dépression; il en constitue la partie la plus déclive, le fond : c'est la ligne primitive (pl. I, fig. 3). Quelquefois le sommet de la surface triangulaire ne correspond pas au bouchon de Ecker, de sorte que le bouchon peut se rencontrer sur le trajet de cette surface ou même se trouver rapproché de l'endroit où sera plus tard l'extrémité céphalique; v. Baër [3] et Remak [4] avaient déjà fait cette observation.

[1] *Loc. cit.*, p. 145.
[2] *Loc. cit.*, p. 14.
[3] v. Baër, t. II, p. 285.
[4] *Loc. cit.*, p. 146.

En même temps que le sillon primitif, apparaît, à l'endroit où sera la limite antérieure de la surface claire, une demi-zone plus foncée que le reste de l'œuf et distincte alors par sa coloration seulement; je lui donnerai le nom de croissant céphalique (pl. I, fig. 4, *cr*). Ce n'est qu'après l'apparition de cette zone qu'on distingue la surface claire qui, chez le pélobate, a une forme ovoïde; par son petit bout elle correspond à la pointe du sillon; sa grosse extrémité se confond, comme je l'ai dit tantôt, avec la zone foncée (pl. I, fig. 5, *s*). Sur l'œuf non dégagé de son enveloppe, l'ellipse claire ne se différencie que par sa couleur plus pâle; mais quand, au moyen d'aiguilles, on a débarrassé l'ovule de la membrane qui l'entoure, elle forme une légère saillie et se dessine en écusson sur le reste de la surface; cette saillie est plus considérable à la partie antérieure, c'est-à-dire là où n'arrive pas encore le sillon triangulaire. Le croissant dont parlent Prévost et Dumas ne correspond pas tout à fait à celui qu'on observe chez le pélobate. Ces auteurs figurent, il est vrai, une ligne aussi en demi-cercle et qu'ils nomment croissant dans l'explication de la planche; mais voici ce qu'ils disent : « Bientôt, un arc très-court vient apparaître à quelque distance du premier cercle et dans sa portion que nous appellerons dorénavant supérieure, par comparaison avec la situation du fœtus [1]. » Or, sur l'œuf du pélobate, ce n'est pas à quelque distance du premier cercle, mais sur ce cercle même que se montre le croissant; de plus, son apparition est antérieure à celle de la zone claire. C'est du croissant que Rusconi veut parler, quand il dit : « A l'autre extrémité opposée à l'anus rudimentaire, c'est-à-dire dans la partie brune, on voit un sillon très-léger qui est parallèle au premier et lui est égal en étendue [2]. » Mais c'est à tort que l'embryologiste italien prétend que ce sillon forme, comme celui qui circonscrit ce qu'il appelle l'anus, un cercle complet. La tache noire qui, d'après Remak, occupe, chez la grenouille verte, le pôle supérieur de l'œuf, n'est autre chose que le croissant céphalique; il ne peut rester aucun doute à cet égard par ce qu'ajoute cet observateur, quelques lignes plus bas [3]; enfin, M. Stricker signale sur l'œuf du crapaud commun

[1] *Loc. cit.*, p. 115, pl. VI, fig. T.
[2] *Dévelop. de la Gren. Loc. cit.*, p. 11, pl. II, fig. 12 *a*.
[3] *Behält man bei der ferneren Entwickelung des Eies diesen dunkelen Fleck im Auge, so*

un sillon en demi-cercle qui est aussi l'analogue du croissant céphalique [1]. Il sera question plus tard des modifications éprouvées par le croissant. Je reviens au sillon triangulaire : ce sillon, dont on a vu la base s'arrêter à peu près à égale distance de l'anus de Rusconi et du point le plus éloigné du croissant, et présenter dans son fond la ligne primitive, n'est autre chose que le sillon dorsal encore incomplet ; bientôt il se prolonge en s'élargissant, à sa partie antérieure, se rapproche, par conséquent, du croissant céphalique et vient se terminer brusquement, par une ligne droite transversale, à une certaine distance de ce dernier (pl. I, fig. 6, 7, 8). Il n'est pas toujours possible de distinguer, dans cette moitié supérieure, la ligne primitive, et en général cette moitié semble moins profonde, moins creusée que la postérieure; cependant il m'a été impossible d'y découvrir une dilatation comparable à celle décrite par v. Baër [2], puis par Ecker [3], chez la grenouille à tempes noires ; de son côté, Remak assure qu'il n'a pu voir rien de semblable chez la grenouille verte [4].

Quand le sillon dorsal est complet, sa forme ressemble à une massue tronquée à son extrémité renflée, ou à une bouteille dont l'ouverture du goulot correspond au bouchon de Ecker. Les deux surfaces claires qui limitent en ce moment le sillon sont relevées en bosse et ont reçu le nom de lames dorsales ou médullaires. Sur la surface limitée par les bourrelets médullaires existerait, d'après Reichert, une membrane réunissante (*Vereinigungshaut*) [5]; je dirai bientôt ce qu'il faut penser de cette dernière.

A cette époque, l'œuf dégagé de son enveloppe prend une forme ovalaire, et le sillon dorsal, avec les bourrelets qui le circonscrivent, présente une figure pyriforme (v. fig. 8, pl. I). Mais les bourrelets se rapprochent de plus en plus, le sillon disparaît, en dernier lieu à sa partie antérieure, et se présente bientôt sous forme d'une simple ligne (pl. I, fig. 9-10).

wird man finden, das er in die dunkelen Enden der später neben dem Munde sichbaren sogenamten Saugnäffe übergeht, hinter welchen das Herz sich bildet. (*Loc. cit.*, p. 144.)

[1] *Entw. von Bufo cinereus*, etc. *Loc. cit.*

[2] *Loc. cit.*

[3] *Loc. cit.*, fig. 17.

[4] *Loc. cit.*, p. 147.

[5] *Loc. cit.*, p. 13.

Avant de décrire ce qu'apprend l'examen microscopique de coupes transparentes sur la disparition du sillon dorsal, c'est-à-dire sur la première formation du système nerveux central, il est nécesssaire de jeter un rapide coup d'œil sur les diverses opinions émises à ce sujet. Rusconi, en parlant des deux lignes convergentes et relevées en bosse (lames médullaires) qu'il a vu se rapprocher, dit : « Or, ces deux lignes ne sont autre chose que les premiers rudiments de la moelle épinière et de l'encéphale [1]; » Reichert s'exprime d'une manière analogue et il suffit de jeter un regard sur les figures de son ouvrage pour voir que, d'après cet auteur, ce sont bien les lames nerveuses qui, en se relevant, forment les bourrelets médullaires et ferment le sillon dorsal; que la membrane enveloppante recouvrant les lames nerveuses ne joue aucun rôle actif dans cette formation, mais vient, par le rapprochement de ces dernières, former un revêtement au canal nerveux [2]. Pour K. Vogt les lames dorsales ne représentent pas un système déterminé : *Beim Alytes kann man sich auf das Augenfälligste überzeugen... dass die Rückenwülste durchaus keine für sich bestehende Anlage eines besonderen Systemen sind, sondern eine indifferenzirte Zellenerhebung, welche erst durch spätere Metamorphosen in einzelne Gebilde sich spaltet* [3]. » On sait que d'après Remak, le feuillet externe ou sensoriel des vertébrés supérieurs n'est formé que par une seule lame ou couche; pour lui la partie moyenne de ce feuillet devient l'origine des lames médullaires, et de la partie périphérique naît la lame cornée (*das hornblatt*) qui ne fournit pas de revêtement à la partie interne du canal nerveux. Aussi en voyant le feuillet externe de l'œuf des batraciens (la première couche de son feuillet externe) recouvrir les lames médullaires, fait-il tous ses efforts pour ramener à sa théorie cette disposition exceptionnelle; en définitive il rejette la distinction entre un revêtement épithélial et une lame nerveuse; il dit en effet : *Zunächst muss ich aber der Deutung entgegentreten, welche man dieser Wahrnehmung geben könnte, als wenn im Bereiche der Medullarplatte eine ursprüngliche Sonderung zwischen einer nervenbildenden Medullarplatte und einer*

[1] *Dev. de la Gren. Loc. cit.*, p. 24.
[2] *Loc. cit.*, pl. IV, fig. 3, 4 et 5.
[3] *Loc. cit.*, p. 33.

indifferenten Fortsetzung des aüsseren Keimblattes stattfände [1]. » M. le professeur Kölliker partage la manière de voir de Remak, c'est-à-dire qu'il regarde les deux feuillets externes de l'œuf des batraciens comme l'équivalent du feuillet externe indivis des vertébrés supérieurs [2].

L'examen microscopique peut seul résoudre la question. Des coupes faites sur l'œuf à l'époque où apparaissent les premiers indices du sillon dorsal (pl. II, fig. 1) montrent que la membrane enveloppante n'a pas subi de changement appréciable; mais le feuillet nerveux ou sensoriel, formé d'une seule rangée cellulaire sur la plus grande partie de sa circonférence (les $^2/_3$ a peu près vers la partie moyenne de l'œuf), s'épaissit en s'approchant de la région dorsale de manière à présenter à l'endroit où cet épaississement atteint son maximum, c'est-à-dire vers le pôle supérieur de l'œuf, quatre ou cinq rangées de cellules; la surface elliptique claire correspond à cette partie épaissie de la lame sensorielle. Déjà à cette époque la signification de cette dernière ne peut faire l'objet d'aucun doute, car on distingue, immédiatement sous le milieu de sa portion moyenne épaissie, les premiers rudiments de la corde dorsale (pl. II, fig. 1, *cd*).

Si, prenant un œuf où le sillon dorsal a atteint son maximum de largeur, on examine par transparence une coupe faite vers la partie moyenne de cet œuf et perpendiculairement au sillon (pl. II, fig. 3), on observe ce qui suit : la membrane enveloppante semble s'arrêter sur les limites du sillon et se confondre, à partir de ce point, avec le feuillet sensoriel sous-jacent; mais ce n'est là qu'une fusion apparente; en cet endroit les cellules de la membrane enveloppante se multiplient, et, au lieu d'une seule couche de cellules cylindroïdes, à contour externe foncé, on trouve plusieurs rangées de cellules plus petites allant au-devant de celles de la membrane sensorielle [3]. Cet épais-

[1] *Loc. cit.*, p. 149.

[2] A. Kölliker. *Entwicklungsgeschichte*, etc. Leipzig, 1861; p. 72.

[3] C'est probablement ce stade de développement que M. le Dr Stricker avait sous les yeux, quand il dit : *Die äusserste schichte besteht nur aus einer Zellenreihe welche in der Mitte an der zunächst darunter liegenden zweiten Schichte so enge anliegt, dass zwischen beiden keine lineare Trennungsspur vorhanden ist. In der ganzen übrigen Peripherie ist aber eine scharfe Trennung zwischen erster und zweiter Schichte ausgeprägt.* UNT : ÜBER ENTW. DES KOPFES DER BATRACHIER, *loc. cit.*, p. 62, fig. 7.

sissement du feuillet externe existe sur toute la surface du sillon dorsal; il est surtout marqué à sa partie antérieure, c'est-à-dire à l'endroit où se formera le cerveau (pl. II, fig. 2).

Si quelque doute pouvait rester dans l'esprit de l'observateur sur la non-disparition de la membrane enveloppante à l'endroit du sillon, il cesserait bientôt par l'examen de ce qui se passe dans un stade un peu plus avancé. En effet, une coupe faite à la partie moyenne de l'œuf où le sillon dorsal commence à diminuer et toujours perpendiculairement à ce dernier (pl. II, fig. 4), laisse voir la membrane enveloppante nettement distincte du feuillet sensoriel; seulement elle reste épaissie dans la partie qui tapisse le sillon, et les points correspondants aux limites de ce dernier se sont rapprochés de telle sorte qu'elle tend en cet endroit à se recouvrir elle-même et que la disparition du sillon dorsal se fait à ses dépens; là où la membrane se replie sur elle-même, elle se présente sous forme de bourrelets, et sur la partie comprise entre ces derniers, on distingue des replis résultant de l'espèce de pression qu'elle subit (fig. 4, *sd*).

Pendant qu'ont lieu pour la membrane enveloppante les modifications qui précèdent, le feuillet sensoriel a éprouvé une dépression dans sa partie moyenne de manière à montrer une concavité tournée vers le sillon dorsal, une convexité dirigée vers la corde dorsale, *mais il ne concourt en rien à la disparition du sillon*. La réunion de la partie épaissie de ce feuillet avec la portion périphérique formée d'une seule rangée de cellules se fait encore d'une manière insensible.

Une coupe faite à la même hauteur, sur un œuf un peu plus avancé (pl. II, fig. 5), montre les bourrelets se rapprochant et recouvrant une plus grande partie du sillon dorsal. Le feuillet sensoriel n'a pas subi de modification importante, seulement sa partie épaissie est devenue plus distincte du reste de son contour.

Le rapprochement des bourrelets continuant, ils finissent par se toucher et fermer ainsi le sillon dorsal (pl. II, fig. 6); cette occlusion se fait d'abord à la partie postérieure et elle est déjà complète en cet endroit alors qu'à la partie antérieure le sillon est encore ouvert (fig. 7, *sd*).

Ce n'est que lorsque le sillon dorsal a disparu que commence la formation

du canal nerveux proprement dit : la lame nerveuse en se recourbant emprisonne alors la partie de la membrane enveloppante qui formait le plancher du sillon dorsal et finit par la séparer du reste de cette membrane. Un coup d'œil jeté sur les fig. 8 à 10 de la pl. II fera mieux comprendre qu'une description ne pourrait le faire comment a lieu ce processus.

Il résulte de ce qui précède : que la disparition du sillon dorsal ou, en d'autres termes, le prétendu rapprochement des bourrelets médullaires *se fait uniquement aux dépens de la membrane enveloppante;* il ne peut être question de la membrane réunissante (*Vereinigungshaut*) de Reichert, à moins de donner ce nom à la partie du feuillet externe qui revêt le sillon. Ce qui se passe pour la membrane enveloppante est donc en tout semblable à ce qui arrive, d'après Remak, pour son feuillet externe ou sensoriel chez les vertébrés supérieurs : en effet, d'après ce célèbre embryologiste, l'axe de ce feuillet s'épaissit, est déprimé vers la corde dorsale, se creuse en gouttière et forme le canal nerveux (*Medullarrhor*) que recouvre enfin la partie périphérique du feuillet supérieur et à laquelle il donne le nom de feuillet corné; seulement le canal formé par la partie épaissie de la membrane enveloppante n'est pas le canal nerveux ou médullaire, mais forme à ce dernier un revêtement interne épithélial. On sait que Remak n'admet pas ce revêtement interne; Reichert est d'une opinion contraire, mais on a vu que d'après lui la fermeture du sillon se ferait par le rapprochement des lames nerveuses; or, je le répète, ce n'est que lorsque ce sillon est fermé et que le canal épithélial existe déjà, que commence la formation du canal médullaire proprement dit.

Il me reste peu de chose à dire sur le développement ultérieur du système nerveux central. Remak assure avoir observé, dans certaines circonstances, chez l'embryon de la grenouille verte, les cellules cérébrales primitives avant la fermeture du sillon dorsal à sa partie antérieure [1]. Jamais, à la même époque, je n'ai pu découvrir ces parties sur l'œuf du pélobate; peut-être faut-il l'attribuer à la rapide disparition du sillon chez cette espèce; mais dès que ce dernier est fermé, les dilatations deviennent visibles : ainsi on distingue la cellule cérébrale antérieure, les masses oculaires — car on verra

[1] *Loc. cit.*, p. 147. Tab. X, fig. 6.

qu'au début elles ne méritent pas le nom de vésicules — et la cellule cérébrale postérieure; cette dernière, alors peu apparente, se subdivise plus tard en cellule cérébrale moyenne et cellule cérébrale postérieure.

Des coupes faites sur le canal nerveux montrent que celui-ci varie singulièrement quant à sa forme, l'épaisseur de ses parois, l'étendue de la cavité centrale, d'après l'âge de la larve et d'après l'endroit examiné.

Le revêtement épithélial interne fourni, comme nous le savons, par la membrane enveloppante, conserve à peu près tous ses caractères quelque temps encore après la fermeture du canal médullaire (pl. III, fig. 1-2); mais plus tard il s'amincit considérablement et se distingue surtout alors par sa coloration foncée.

Il n'est pas exact de dire que la troisième cellule cérébrale reste ouverte à sa partie supérieure; en effet, pendant un certain temps, les parois du tube nerveux présentent, à l'endroit correspondant aux cellules cérébrales, une épaisseur sensiblement la même partout, un peu moindre toutefois à la partie supérieure ou à la voûte de la cavité. Ce n'est que consécutivement, vers l'époque de l'apparition des branchies externes, que les cellules nerveuses formant le dôme de la troisième cellule cérébrale, sont réduites à une couche d'une extrême minceur ou même disparaissent entièrement.

VI. — ORGANES DES SENS[1].

Organe de la vision. — De tous les organes des sens c'est celui dont l'apparition est la plus précoce. En effet, dès la fermeture du canal médullaire, les dilatations oculaires sont visibles au dehors. Chez le pélobate ce sont, au moment de leur naissance (pl. III, fig. 4, *vo*), deux masses solides, sans cavité, occupant les parties latérales de la cellule cérébrale antérieure.

[1] N'ayant eu connaissance des notices de MM. S. Schenk (*Untersuch : über die erste Anlage des Gehörorgans der Batrachier*), A. Török (*Beiträge zur Kenntniss der ersten Anlagen der Sinnes organe*, etc., et *Unters : uber die Entw : der Mundhöle*, etc.), et A. Barkau (*Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Auges der Batrachier*), toutes insérées dans les BULLETINS DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE VIENNE (1865-1866), que depuis la présentation de mon travail à l'Académie royale des sciences de Belgique, je n'ai pu, à mon grand regret, les utiliser pour mes recherches.



Sur la larve devenue libre, elles renferment une cavité en communication avec le cerveau et elles méritent alors le nom de cellules ou vessies oculaires primitives (pl. III, fig. 5, pl. IV, fig. 2, *vo*). Leur évolution ultérieure ne m'a pas paru s'éloigner considérablement de ce qu'on observe chez l'oiseau et les autres vertébrés supérieurs. Cependant la dépression de la lame externe ou rétinienne vers l'interne ou choroïdienne, est indépendante ici de la formation du cristallin, car elle existe, à un degré déjà très-avancé, avant l'apparition de ce dernier (pl. IV, fig. 6). Remak fait remarquer que la couche foncée externe de son feuillet sensoriel ne donne pas naissance à cet organe, qui naîtrait de la couche interne claire du même feuillet [1]; d'après ce que j'ai pu observer chez le pélobate, la lentille ne serait pas formée uniquement aux dépens de la partie périphérique du feuillet sensoriel, mais le feuillet motoriel contribuerait, pour une certaine part, à cette formation.

Quant à la lame interne de la vésicule oculaire, elle ne forme pas la choroïde tout entière, mais seulement sa couche pigmentaire interne. Le dépôt de pigment ne commence que lorsque les deux lames sont en contact, c'est-à-dire quand la vésicule oculaire secondaire existe (pl. V, fig. 7, *ch.*).

Que devient le pédicule de la cellule oculaire? Remak, qui n'a pas observé son évolution chez la grenouille, suppose qu'il se comporte comme celui des autres vertébrés, c'est-à-dire que ses parois se rapprochent, viennent en contact et forment par leur réunion le nerf optique [2]. J'ai pu vérifier chez le pélobate l'exactitude de cette supposition (pl. IV, fig. 11, pl. V, fig. 3, *no*).

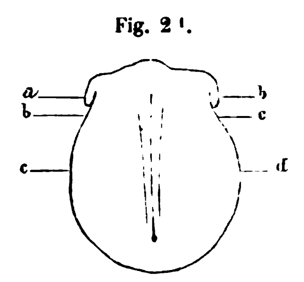
Ecker a figuré deux éminences situées un peu en arrière des cellules oculaires et qu'il regarde comme les premiers indices de l'organe de l'ouïe [3]. Remak fait remarquer que leur grand rapprochement de l'œil ne permet guère de leur donner cette signification, d'autant plus que ces éminences restent solides contrairement à ce qui s'observe pour la vésicule labyrinthiforme, et il les considère comme les premiers rudiments du ganglion de Gasser [4]. Chez le pélobate ce ganglion est relativement très-petit et il ne

[1] *Loc. cit.*, p. 148.
[2] *Loc. cit.*, p. 150.
[3] *Loc. cit.*, fig. 22 et 23, *a*.
[4] *Loc. cit.*, pp. 151 et 152. Tab. X, fig. 15 et 17.

forme aucune saillie à l'extérieur ; ce n'est que sur des coupes que j'ai pu le découvrir (pl. IV, fig. 3 et 11, *ga*).

Labyrinthe ou cellule auditive. — Des coupes faites sur l'œuf, immédiatement après la fermeture du canal médullaire, laissent voir, à la hauteur de la partie antérieure de ce canal, celle qui correspond aux cellules cérébrales, une disposition remarquable du feuillet sensoriel périphérique (pl. III, fig. 1 et 2) ; celui-ci, en effet, n'est pas constitué par une seule rangée de cellules comme cela a lieu au delà de l'endroit en question, mais forme de chaque côté du tube nerveux deux masses (*bo, bo', lb, lb*) résultant d'une agrégation de cellules en tout semblables à celles du centre nerveux lui-même ; c'est comme si toutes les cellules de la partie épaissie du feuillet sensoriel n'avaient pas été employées, en cet endroit, à la formation de l'axe cérébro-spinal. Or ces masses cellulaires se trouvent précisément là où se forment l'organe olfactif, le ganglion de Gasser et le labyrinthe, et, quand on suit leur évolution, il ne peut rester le moindre doute que ce sont elles qui donnent naissance à ces organes.

Fig. 2 [1].



La vésicule auditive apparaît sur le côté de la cellule cérébrale postérieure, immédiatement au-dessus de la partie antérieure du deuxième arc viscéral, à la hauteur de la corde dorsale et à peu près à l'endroit où celle-ci se termine en avant. D'après Remak, elle ne serait visible chez la grenouille verte qu'au moment où les branchies internes vont entrer en fonction [2] ; son apparition est bien plus précoce chez le pélobate : elle s'y montre en effet dès que le têtard est sorti de l'œuf, et, comme je l'ai dit tout à l'heure, elle est déjà ébauchée, sans toutefois être visible au dehors, à l'époque de l'occlusion du canal nerveux.

Voici ce que j'ai observé touchant la formation de cet organe. A l'endroit où il prend naissance, les cellules des masses latérales dont je viens de parler

[1] Voir explication de la pl. III.
[2] *Loc. cit.*, p. 150.

se multiplient, les espaces intercellulaires disparaissent; tout en se multipliant, les cellules changent de forme, s'allongent, deviennent conoïdes d'irrégulièrement sphériques qu'elles étaient d'abord, et se juxtaposent latéralement : il en résulte une sorte de masse lenticulaire qui, à l'endroit de la plus grande épaisseur, ne mesure que la 5me ou la 6me partie du grand diamètre de cette lentille (pl. III. fig. 4 et 5, *lb*). D'abord appliquée intimement contre la face interne de la membrane enveloppante, elle se recourbe bientôt de dedans en dehors, de manière à représenter une espèce de cupule à concavité externe (pl. IV, fig. 4, *lb'*); puis les bords de la cupule se rapprochent de plus en plus et finissent par se toucher : de là une vésicule close (pl. IV, fig. 7, *lb'*). Au moment de sa formation, la vésicule est plus dilatée à sa partie inférieure, son sommet un peu recourbé en avant et en dedans et les sections qu'on en fait alors ressemblent à une virgule renversée ('); plus tard elle prend une forme ovale, et, ses parois s'amincissant, sa cavité devient plus grande (pl. IV, fig. 12, *lb'*). La membrane enveloppante n'envoie pas de prolongement à l'intérieur de la vésicule.

En même temps que la vésicule auditive, j'ai vu apparaître, immédiatement à son bord antérieur, une petite masse solide, cunéiforme, un peu plus étroite dans sa partie la plus large que la vésicule elle-même, mais présentant la même hauteur que celle-ci (pl. IV, fig. 5, *x*); cette masse est aussi formée aux dépens de la portion épaissie du feuillet sensoriel, et les cellules qui la composent ont les mêmes caractères que celles qui constituent le canal médullaire et le ganglion de Gasser. Est-ce l'origine du nerf acoustique?

Organe olfactif. — Le développement de l'organe olfactif rappelle jusqu'à un certain point ce qui a lieu pour le canal médullaire. Comme pour ce dernier, les deux premiers feuillets (la m. enveloppante et le f. sensoriel) concourent à sa formation. Un épaississement du feuillet sensoriel, en tout comparable à celui que j'ai dit être le début de la vésicule auditive, est déjà visible sur des coupes faites immédiatement après la fermeture du canal nerveux, et avant qu'aucune modification survenue dans le feuillet externe fasse soupçonner l'existence de l'organe olfactif (pl. III, fig. 1, *bo*). Mais cette modification du feuillet externe ne se fait pas longtemps attendre, et sur les

larves à peine débarrassées des membranes de l'œuf, on distingue de chaque côté et un peu en avant des vésicules oculaires, une dépression de dehors en dedans, vers la cellule cérébrale antérieure (voir fig. 4, *fo*, p. 48); les coupes montrent qu'à l'endroit de cette dépression, la membrane enveloppante conserve tous ses caractères, et que la dépression correspond précisément à la partie épaissie du feuillet sensoriel (pl. IV, fig. 5, 10, *fo*); mais déjà les cellules de cette partie se sont multipliées, les espaces intercellulaires ont disparu, et il s'est formé une espèce de masse lenticulaire (*bo'*), comme pour le labyrinthe; seulement ici, le grand diamètre de la lentille est relativement plus petit, le petit diamètre plus fort; l'étendue de ce dernier est à peu près à l'épaisseur de la m. enveloppante :: 3 : 1. Quelle est la véritable origine de la dépression dont je viens de parler? est-ce le feuillet externe qui repousse la masse lenticulaire formée par le f. sensoriel, ou cette masse, en se recourbant, entraîne-t-elle la partie de la membrane enveloppante qui y adhère? On a vu ce qui se passe pour le labyrinthe, et on sait que là le feuillet externe ne participe pas à la formation de l'organe; la grande analogie que présente la masse lenticulaire olfactive avec celle qui donne naissance à la vésicule auditive me fait supposer que c'est cette masse qui se recourbe, par suite des modifications des cellules qui la composent, et que, grâce à une adhérence plus forte avec la membrane enveloppante, elle entraîne cette dernière; l'absence de changement que l'on constate dans celle-ci vient encore à l'appui de cette manière de voir.

A cette période de développement l'aspect de la masse interne, dont les cellules sont en tout semblables à celles du centre nerveux, son origine, sa situation me permettaient de supposer que j'avais sous les yeux les premiers rudiments du nerf olfactif, et je croyais alors que cette partie allait se mettre en rapport avec le lobule olfactif que la dissection m'avait appris à connaître sur des larves plus âgées; aussi mon étonnement fut grand quand je vis la partie épaisse du feuillet sensoriel se rapprocher de la cellule cérébrale antérieure (pl. V, fig. 4, *bo'*), puis venir en contact avec elle et constituer le lobule olfactif (pl. V, fig. 6, *bo'*), sans qu'aucun changement appréciable fût survenu dans la cellule cérébrale même. Ce fait, je crois, est sans précédent dans la série des vertébrés, et, quoique l'organe de l'olfaction soit, de tous les organes

des sens, encore le moins connu aujourd'hui au point de vue embryologique, tous les auteurs sont néanmoins d'accord sur ce point que les lobules olfactifs naissent directement du cerveau ; seulement les opinions varient sur la question de savoir quelle est l'époque de l'apparition du lobule. Une note de l'ouvrage de Remak, déjà souvent cité, nous apprend que v. Baër regarde comme l'origine des nerfs olfactifs, de petites excroissances du cerveau; bientôt après se montrerait une dépression extérieure, premier indice de la fossette nasale [1]. Reichert, dans son ouvrage sur la formation de la tête chez les amphibiens, parle, en beaucoup d'endroits, de deux petites vésicules cérébrales qui se rencontreraient, chez les vertébrés supérieurs, à une époque très-précoce de la vie embryonnaire, et précéderaient la formation des hémisphères; d'après lui, ces vésicules seraient en relation intime avec l'organe de l'olfaction [2]. Mais un peu plus tard, dans son *Wirbelthier-Reich,* après avoir parlé du développement de l'œil et du labyrinthe de la grenouille, il dit : *Später als diese beiden Sinnes-Organe entwickelt sich das Geruch-Labyrinth als untmittelbarer Hervorwuchs der vordersten Gehirn-Abtheilung* [3]. Rathke a observé le développement de l'organe olfactif chez la couleuvre à collier, la blennie vivipare, le lézard, le poulet et plusieurs mammifères; et toujours, d'après ce savant, la cavité olfactive serait antérieure à l'apparition du lobule ou de la partie nerveuse, mais, encore une fois, ce lobule naîtrait directement du cerveau : *Die Riechnervenkolben, die bei der Natter und vielen andern Wirbelthieren vorkommen..... entstehen wie durch Ausstülpung aus den Hemisphären des grossen Gehirnes* [4]. Remak, en parlant de l'embryon du poulet, dit qu'à l'époque où les hémisphères se séparent, il a vu naître, à leur base, deux petites vésicules pyriformes qu'il appelle cellules olfactives (*Geruchsbläschen*), et dont il n'avait pas alors observé l'évolution [5]; mais, un peu plus loin, il revient sur ces vésicules, avance que les organes, qu'il a vus apparaître vers la fin du troi-

[1] Remak, *loc. cit.*, p. 74.
[2] Vergl. *Entwickelungsgeschichte des Kopfes der nackten Amphibien*. Königsb., 1838.
[3] *Wirbelthier-Reich. Loc. cit.*, p. 18.
[4] Rathke, *Entwickel : der Natter*. Königsb., 1829, p. 37.
[5] *Loc. cit.*, p. 33.

sième jour et auxquels il a donné le nom de vésicules olfactives, sont, au contraire, les fossettes nasales, et ajoute qu'à cette époque, l'excroissance cérébrale ou lobule n'est pas visible [1]. D'après le même auteur, les cavités olfactives se formeraient, chez la grenouille, aux dépens des deux couches de son feuillet externe, et l'analogie de ce qui se passe chez les vertébrés supérieurs, de même que les autres destinations du feuillet externe, lui font admettre que ces fossettes (*Riechhölen*) sont uniquement destinées à former l'épithélium des cavités nasales [2]. Quant à la partie nerveuse, ici encore, elle naîtrait du cerveau : « *Von dem Vorderhirn schnürt sich der Lobus olfactorius ab, an dessen vorderen Rande als ausgangspunkt des N. olfactorius sich bei der Larve noch eine kleine Anschwellung zeigt* [3]. Je n'ai pas rencontré chez le pélobate ce petit prolongement qui, d'après Remak, surmonte le lobule olfactif, et qu'il regarde comme l'origine du nerf. Enfin, d'après M. le professeur Schultze, l'organe de l'olfaction se développerait d'une manière analogue, chez le *Petromyzon Planeri*, c'est-à-dire qu'après l'apparition de la fossette externe (unique dans ce cas), deux éminences naîtraient du cerveau et viendraient se mettre en contact avec la face interne de la fossette [4].

Or ce que l'on observe chez le pélobate rend compte, jusqu'à un certain point, de cette divergence d'opinions. Ainsi, comme v. Baër et Reichert, on peut admettre que le lobule olfactif apparaît avant la fossette, seulement alors il n'a pas contracté d'adhérence avec la cellule cérébrale antérieure; d'un autre côté, la fossette est bien visible avant que ce rapport se soit établi, et par conséquent on explique comment pour Rathke, Remak, M. Schultze et la plupart des embryologistes la cavité olfactive précède l'apparition des lobules.

Ce que je viens de dire du développement de l'organe olfactif chez le

[1] *Ich habe mich nämlich überzeugt, dass die Geruchsbläschen, die zu Ende des dritten Tages auftreten, die* nasengruben *sind und dass weder alsdann, noch bis zu fünften Tage ein entsprechender Auswuchs der Vorderhirnes wahrzunehmen ist.* (*Loc. cit.*, note de la page 74.)

[2] *Loc. cit.*, p. 151.

[3] *Loc. cit.*, p. 148. Tab. XI, fig. 3.

[4] *Loc. cit.*, p. 21. Tab. VI, fig. 1*h*. Tab. VIII, fig. 1*d*, fig. 3*a*.

pélobate me permet d'avancer que, chez cette espèce, le revêtement épithélial est fourni uniquement par le feuillet externe ou membrane enveloppante.

On peut donc dire du pélobate, avec plus de raison que de tout autre vertébré, que l'œil est le seul organe des sens auquel le cerveau donne directement naissance. Mais, si l'organe olfactif naît autrement que celui de la vision, il offre ceci de commun avec lui, que sa partie essentielle, c'est-à-dire sa partie nerveuse, se montre d'abord, de même que la cellule oculaire précède la lentille; sous ce rapport aussi, il présente une analogie avec le système nerveux central où, lors de l'apparition du sillon dorsal, le feuillet sensoriel est déjà épaissi à l'endroit où se forme ce système; enfin le revêtement de la fossette par la membrane enveloppante fournit encore avec ce dernier un trait de ressemblance.

En terminant ici l'étude des principaux organes des sens, je crois devoir m'arrêter un instant sur la véritable signification de la membrane enveloppante et la partie périphérique du feuillet sensoriel. Remak, en appelant feuillet corné (*hornblatt*) la portion périphérique de son feuillet externe (sensoriel) chez les vertébrés supérieurs, a soin d'ajouter, en motivant cette désignation, que l'*hornblatt* ne donne pas seulement naissance au revêtement épidermique du corps (épiderme, poils, ongles, etc.), mais aussi à des parties qui, au point de vue histologique, doivent être regardées comme les équivalents de l'épiderme, telles que le cristallin, la vésicule auditive, l'épithélium des fosses nasales, celui de la cavité buccale [1].

J'ai dit plus haut que le feuillet externe et la partie périphérique du feuillet sensoriel se partagent, chez le pélobate, le rôle dévolu au f. corné des vertébrés supérieurs, et que pour ce motif je conservais à l'externe le nom de membrane enveloppante.

La partie périphérique du f. sensoriel forme seule la vésicule auditive, et c'est là le trait de ressemblance le plus réel qu'elle présente avec le f. corné; car la formation de la lentille n'a pas lieu uniquement à ses dépens, le feuillet motoriel contribuant pour une certaine part à cette formation [2]; d'un autre

[1] *Loc. cit.*, p. 73.
[2] Le feuillet motoriel donne probablement naissance à la capsule.

côté, elle donne naissance à des parties purement nerveuses, ce que ne fait pas la lame cornée : c'est ainsi que pour l'organe olfactif elle produit le lobule, tandis que le revêtement épithélial est fourni par la membrane enveloppante.

La m. enveloppante, au contraire, fournit l'épiderme, l'épithélium du canal médullaire, celui des fosses nasales, tandis qu'elle ne contribue en rien à la formation de la lentille, ni à celle du labyrinthe; elle aussi ne répond donc que partiellement au f. corné de Remak, mais sa valeur histologique est la même puisqu'elle ne donne naissance qu'à des produits épidermiques.

La m. enveloppante et le f. sensoriel des batraciens sont, par conséquent, deux lames distinctes conservant toujours leur autonomie; et si, jusqu'à un certain point, il est permis de dire qu'ils remplacent le f. sensoriel indivis des vertébrés supérieurs, il n'en est pas moins vrai que les assimiler à ce dernier est impossible.

VII. — MODIFICATIONS DU CROISSANT CÉPHALIQUE.

J'ai dit, en parlant du système nerveux, qu'à la limite antérieure de la surface elliptique claire apparaît, en même temps que le sillon dorsal, un demi-cercle foncé auquel j'ai donné le nom de croissant céphalique. Chez le pélobate, ce croissant subit des modifications remarquables. Dès que le sillon dorsal a atteint son plus grand développement, et même un peu plus tôt, au lieu d'un simple demi-cercle distinct par sa coloration seulement, on découvre deux demi-cercles concentriques qui se confondent vers les extrémités ou les pointes du croissant et limitent un espace légèrement creusé en gouttière (pl. I, fig. 7); ils sont le premier indice de deux bourrelets déjà bien indiqués à l'époque de la fermeture du sillon dorsal (pl. I, fig. 11) : de ces deux bourrelets, le supérieur suit le contour du croissant et, arrivé aux extrémités de ce dernier, il les contourne pour se confondre avec le bourrelet inférieur; celui-ci diffère du premier par une solution de continuité qu'il paraît présenter à sa partie moyenne; mais, en observant un stade un peu plus avancé

(pl. I, fig. 12), on voit qu'il s'agit plutôt d'une déviation de ce bourrelet qui s'éloigne tout à coup de la gouttière pour se perdre sur les bords d'une fossette distincte à la partie moyenne de l'organe; alors aussi l'espace qui séparait les bourrelets est réduit à une simple ligne et la figure qu'on a sous les yeux s'éloigne déjà considérablement de celle du croissant qui en a été le point de départ.

Mais il est nécessaire, avant de décrire les modifications ultérieures du croissant céphalique, de dire quelques mots de sa signification. Avec les caractères que nous lui connaissons, il constitue une apparition importante; il correspond, en effet, à une disposition qui se retrouve chez les autres batraciens, à laquelle on a donné différents noms et qu'on a interprétée de diverses manières. Chaque moitié latérale du croissant devient, pour Reichert, la 1re saillie viscérale (1 *Visceral-fortsatz*); d'après lui, cette saillie naîtrait d'une fente viscérale et serait le premier indice de la mâchoire inférieure [1]; Reichert ne s'explique pas au sujet de la fente viscérale dont il parle; aurait-il eu sous les yeux le croissant peu avant l'apparition des bourrelets? Ecker emploie, pour désigner l'organe en question, la même désignation que Reichert, et il donne une excellente figure de ce qu'on observe, à cet égard, chez la grenouille à tempes noires; il accorde aussi, à la saillie viscérale, une étendue plus considérable que ne le fait Reichert [2]. Remak, voyant, chez la grenouille verte, le prolongement antérieur (1re saillie viscérale de Reichert) se rejeter en arrière sur les côtés du cerveau et atteindre la vésicule cérébrale postérieure, séparant ainsi la 2e saillie viscérale, dont il sera question plus loin, de la partie médullaire centrale, et remarquant que c'est sur l'espace limité par le premier prolongement que se montrent les cellules oculaires, les fossettes olfactives, le labyrinthe, l'organe du goût, désigne ce prolongement sous le nom de plaque faciale ou sensorielle (*Gesichts oder Sinnesplatte* [3]). M. le Dr Stricker, qui, dans le cours de son travail sur la formation de la tête des batraciens, désigne simplement les deux saillies viscérales de Reichert, sous le nom de 1re et 2me paire de plaques ou lames (*plattenpare*),

[1] *Mull. Archiv.*, 1837, p. 140.
[2] *Loc. cit.*, fig. 20.
[3] *Loc. cit.*, p. 149, pl. X.

fait remarquer qu'eu égard aux fonctions multiples que la première paire est appelée à remplir, il est difficile de lui donner un nom comprenant ses diverses attributions; en effet, d'après lui, elle donne naissance à du cartilage, des muscles, du tissu cellulaire, des nerfs et des ganglions nerveux, et il lui fait jouer un grand rôle dans la formation de la base du crâne; il propose donc de désigner les saillies d'après leur situation seulement et de conserver pour ce motif le nom de *Schlundschienen* que Rathke leur a donné [1].

Toutes ces explications ont peut-être leur valeur; mais il me semble qu'on a perdu de vue la signification essentielle de l'arc viscéral. Ainsi, soit que dans sa masse naisse, plus tard, la mâchoire inférieure, soit qu'il recouvre les organes des sens, à leur origine, soit enfin, qu'en cet endroit se forme la base du crâne, il n'en est pas moins vrai que c'est avant tout un organe spécial transitoire. Il est à remarquer que presque tous ceux qui se sont occupés de l'embryologie des batraciens ont vu qu'à l'endroit de la 1re saillie correspond, plus tard, ce que Rusconi décrit sous le nom de crochets [2], ce que les auteurs allemands désignent sous les noms de *Saugwärzchen* (Carus), *Fresswerkzeuge* (Reichert), *Saugnäfe* (Remak), etc. Mais ce que nous avons sous les yeux est un organe transitoire, antérieur aux crochets et dont ceux-ci ne sont, en quelque sorte, que les derniers vestiges. Ce qui s'observe chez le pélobate ne peut laisser le moindre doute à cet égard : ainsi je citerai l'apparition si précoce de l'organe, son grand développement, sa structure et les fonctions qu'il est appelé à remplir.

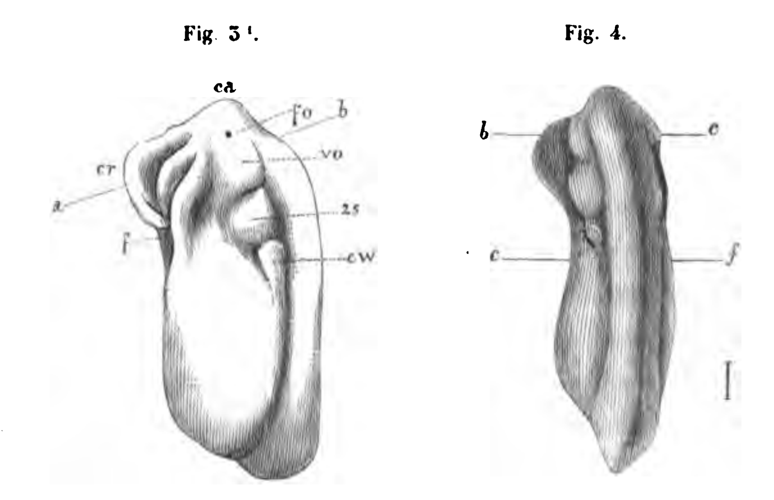
J'ai abandonné le croissant au moment où les bourrelets, venant à se toucher, sont simplement séparés par un étroit sillon qui aboutit, de chaque côté, à la fossette moyenne inférieure; cependant la gouttière qu'ils limitaient d'abord n'a pas disparu, mais elle est changée, par suite de leur réunion, en un canal terminé en cul-de-sac, vers la pointe du croissant, et communiquant en bas avec la fossette. Cette forme se conserve, à peu près la même, jus-

[1] *Entw. des Kopfes*, etc. *Loc. cit.*, p. 73.

[2] Rusconi observait alors ce qui se passe chez la larve des tritons; dans son ouvrage sur le développement de la grenouille verte, paru postérieurement, il dit : « ce que j'appelle crochets eu égard seulement à leur usage et non à leur forme. » *Loc. cit.*, p. 12.

qu'au moment de l'apparition de l'opercule branchial (pl. III, fig. 9 et figures ci-jointes). Seulement, pendant quelque temps encore, les bourrelets se déve-

Fig. 3 [1]. Fig. 4.



loppent, la fossette se dessine davantage, l'espace triangulaire limité par le croissant, espace que je désignerai dorénavant sous le nom de plaque buccale, se creuse; tout cela donne au têtard du pélobate un facies spécial qu'une comparaison de nos figures avec celles de Rusconi, de Ecker et de Remak fera mieux ressortir.

Le croissant céphalique est formé uniquement aux dépens de la membrane enveloppante; les cellules de cette membrane s'allongent considérablement, surtout dans les bourrelets qui acquièrent ainsi une épaisseur surpassant, deux ou trois fois, celle du feuillet externe (pl. III, fig. 5-7, *cr*); d'après Remak, un noyau unique occuperait la partie centrale de chaque cellule [2]; celles qui forment le fond de la gouttière comprise entre les bourrelets sont moins allongées, mais très-riches en pigment dans leur moitié externe.

A quoi sert cet organe transitoire? Voici ce que j'ai pu observer : Au moment où les têtards sortent de l'œuf, ils ne quittent pas le cordon, mais y restent adhérents jusqu'à l'époque du développement des branchies externes;

[1] *cr*, croissant; *f*, fossette sous-buccale; *ca*, cellule cérébrale antérieure; *fo*, fossette olfactive; *vo*, vésicule oculaire; *2s*, deuxième saillie viscérale; *cw*, corps de Wolff.

[2] *Loc. cit.*, p. 151, pl. IX, fig. 26.

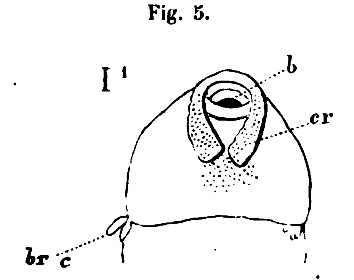
on voit un filament gélatineux partir de la fossette et relier ainsi le jeune animal aux débris de l'œuf; ces filaments acquièrent parfois une longueur considérable, d'un décimètre et plus. Les larves du pélobate forment donc, au moment de leur naissance, une espèce de colonie qui rappelle le nid de certaines chenilles; cette vie en commun n'avait pas échappé entièrement à l'observation de Roesel [1], et Steinheim a vu quelque chose d'analogue chez la grenouille à tempes noires [2]. Mais le filament qui relie le têtard au cordon, provient-il de la matière gélatineuse de ce dernier ou est-il une production de l'appareil transitoire? Il n'est pas rare de voir de jeunes larves détachées du cordon se tenir aux parois du vase dans lequel elles sont renfermées et on peut facilement se convaincre alors que la fossette sous-buccale ne fait pas l'office de ventouse, mais que c'est au moyen d'une matière gluante qu'elles se tiennent dans cette position : c'est donc le croissant lui-même qui fournit cette matière. Rusconi avait déjà dit, en parlant de la grenouille verte : « Si par hasard, ils (les têtards) heurtent contre quelque corps, ils y restent suspendus au moyen de l'humeur visqueuse qui suinte de leurs crochets [3]. »

Mais il est probable que le croissant céphalique a une autre fonction plus importante à remplir, et je crois qu'il est permis de le considérer comme un appareil provisoire de la respiration; il présente, en effet, son maximum de développement chez les têtards encore dépourvus de branchies externes; au-dessus de la gouttière que forment, de chaque côté, les bourrelets, est une cavité limitée, en haut, par la partie périphérique du feuillet motoriel, en bas, par celle du feuillet sensoriel (pl. IV, fig. 6, 7, 12, *ca*); enfin, la fossette sous-buccale correspond à l'endroit où se forme le cœur. Or, les cavités dont je viens de parler disparaissent, et l'appareil lui-même s'atrophie, dès que les branchies externes entrent en fonction; les canaux compris entre les bourrelets ont déjà subi une diminution considérable à l'époque où la cavité buccale communique librement avec le reste du tube digestif, et on n'en

[1] *Loc. cit.*, p. 76.
[2] *Die Entwicklung der Frosches*. Hamburg, 1820; p. 14, pl. I, fig. 1-4.
[3] *Loc. cit.*, p. 14.

trouve plus de trace chez les têtards dont les branchies externes sont sur le point de disparaître; alors aussi la fossette est effacée et on ne découvre plus que deux bourrelets se réunissant à la partie supérieure de l'ouverture buccale et formant ainsi une sorte de fer à cheval; à partir de ce moment, l'appareil correspond aux crochets décrits par Rusconi, aux *Fresswerkzeuge* de Reichert. (Voir, fig. 5 ci-contre, *cr.*)

Fig. 5.



VIII. — PRODUITS DU FEUILLET MOTORIEL-GERMINATIF.

Il n'est plus besoin, aujourd'hui, de réfuter l'opinion autrefois émise par Reichert, et d'après laquelle la corde dorsale serait primitivement placée sous la membrane enveloppante, séparant ainsi, en deux moitiés latérales, le feuillet sensoriel, et viendrait ensuite, par une sorte d'ascension des lames vertébrales (*Urplatten der Wirbelsystem*), prendre place entre ces dernières [2]. K. Vogt, tout en signalant la faute commise par Reichert, est tombé dans une autre erreur, puisqu'il admet que le sillon dorsal précède l'apparition de la membrane enveloppante et qu'à cette dernière succède la corde dorsale [3]. Nous savons que, lorsque se montre la ligne primitive, les divers feuillets embryonnaires sont distincts (pl. 2, fig. 1) : sous l'externe (m. enveloppante) est le feuillet sensoriel, épaissi à l'endroit où va se former le système nerveux central; puis vient le feuillet motoriel-germinatif (fig. 1, *fm*). En parlant de la formation de la cavité viscérale primitive, j'ai dit quelle était l'origine de ce dernier; il entoure complétement la lame glandulaire, mais ses contours sont plus nettement indiqués dans l'hémisphère supérieur, par conséquent à l'endroit où il touche à la portion épaissie de la couche nerveuse. Les cellules qui le composent, en général ovalaires, sont plus grandes et plus pâles que celles du f. sensoriel; leur contenu consiste encore en granulations vitellines.

La corde dorsale n'est qu'une dépendance du f. motoriel, qu'elle sépare

[1] Grandeur naturelle de l'objet.
[2] *Wirbelthier-Reich, loc. cit.,* p. 12, pl. IV, fig. 3.
[3] *Loc. cit.,* p. 33.

en deux moitiés latérales, à l'endroit de la ligne primitive; elle est donc formée de cellules, dès son apparition, contrairement à ce que dit le professeur Vogt [1]. Asymétrique dès le début, elle se termine en pointe à sa partie antérieure, et on peut la suivre postérieurement jusqu'à l'anus (Rusconi); alors le diamètre de sa partie moyenne est à peu près double de ce qu'il sera plus tard (pl. II, fig. 1, *cd*); les cellules qui la constituent sont à peine distinctes de celles du f. moyen; cependant, arrondies plutôt qu'ovales, elles renferment souvent un noyau et un nucléole, et leur contenu, consistant aussi en granulations vitellines, est un peu plus foncé que dans les cellules avoisinantes. Il n'y a pas encore de gaîne, à cette époque.

Examinée sur un œuf où les carènes dorsales sont déjà réunies, elle présente encore un diamètre considérable; le contenu de beaucoup de cellules est devenu plus riche en matière pigmentaire, ce qui fait que le noyau ressort davantage. Un contour pâle entoure la corde et la sépare du feuillet sensoriel et des lames vertébrales : c'est le premier indice de la gaîne (pl. II, fig. 8, *cd*).

Un peu plus tard, lorsque l'œuf a perdu sa forme globuleuse, les cellules pigmentées sont disposées en cercle vers la périphérie, les centrales sont, le plus souvent, dépourvues de pigment; la gaîne est très-distincte et son contour externe bien indiqué, de sorte que la corde peut facilement être isolée des parties avoisinantes (pl. III, fig. 6, 7, *cd*).

Lors de l'apparition de l'appendice caudal, on voit la partie postérieure de la corde se prolonger dans ce dernier, sans atteindre toutefois son extrémité, et se terminer en pointe. Le diamètre a beaucoup diminué, les cellules sont devenues plus petites et le pigment se présente sous forme de corpuscules à prolongements courts; ces corpuscules sont, la plupart, disposés à la périphérie (pl. III, fig. 8, pl. IV, fig. 4 et 5, *cd*).

Enfin, sur les larves dont les branchies externes sont visibles, le pigment a presque complétement disparu; seulement, on remarque que les cellules périphériques sont un peu plus foncées en couleur que les centrales; de plus, toutes ont perdu leur forme sphérique, sont devenues étoilées et s'anastomosent entre elles (pl. IV, fig. 13, pl. V, fig. 1, 2, *cd*).

[1] *Loc. cit.*, pp. 41 et 42.

De chaque côté de la corde dorsale, le feuillet motoriel va constituer, en se relevant sur les parties latérales du système nerveux naissant, les lames des vertèbres primitives (*Urplatten der Wirbelsystem,* Reichert; *Urwirbelplatten,* Remak). Ces lames ne sont bien distinctes qu'au moment de la fermeture du canal nerveux (pl. III, fig. 1-3, *lv*); alors ce dernier n'est encore séparé de la membrane enveloppante que par le feuillet sensoriel, dont les parties latérales sont venues se réunir en cet endroit : c'est ce qui constitue la *membrana reuniens superior de Rathke;* elle n'est donc pas formée ici par les lames des vertèbres primitives, qui ne recouvrent jamais la moelle; plus tard, le feuillet cutané dorsal et le feuillet cellulaire tapissant la face interne des lames musculaires, et qui sont tous les deux un produit des lames des vertèbres, se réunissent au-dessus du canal médullaire, et le séparent du f. sensoriel (pl. IV, fig. 13, pl. V, fig. 1, 2). Il y a donc eu, depuis l'occlusion du sillon dorsal, formation de trois canaux successivement emboîtés : le premier ou le plus interne fourni par la membrane enveloppante et qui devient l'épithélium du canal nerveux; le second, constitué par la portion épaissie du f. sensoriel, devient ce canal nerveux lui-même, et à son tour il est enveloppé, non par les lames des vertèbres primitives, mais par un produit de ces lames.

Bientôt les lames des vertèbres primitives se partagent en pièces rectangulaires, les vertèbres primitives (*Urwirbel* des Allemands; *lamelles vertébrales,* Lereboullet); Remak qui a surtout étudié ces lamelles au point de vue histologique, les décrit comme étant l'origine des muscles vertébraux et les nomme, pour ce motif, lames musculaires (*Muskelplatten*) [1]. Mais, d'après ce que j'ai observé chez le pélobate, les lames musculaires ne sont pas l'unique produit des lames des vertèbres primitives, car celles-ci donnent encore naissance aux *lames cutanées dorsales* et à la couche cellulaire qui bientôt entourera la moelle et la corde dorsale, et aux dépens de laquelle se développeront les vertèbres (pl. III, fig. 7, *ld;* pl. V, fig. 1, 2, *ld. z*). Cette production, sur place, des lames cutanées dorsales rappelle ce que M. le prof. Kölliker a signalé sur l'œuf du poulet, où il a vu ces lames se séparer des plaques musculaires [2].

[1] *Loc. cit.,* p. 154.
[2] *Loc. cit.,* p. 67.

En avant de l'extrémité antérieure de la corde dorsale, les lames des vertèbres primitives se continuent, sans autre ligne de démarcation, avec la partie du f. motoriel qui entoure le cerveau et correspond latéralement à l'endroit des saillies viscérales de Reichert (*Sinnes, Schlund oder Kiemenplatten* de Remak). A cette époque, toute cette partie du feuillet motoriel est formée par des cellules uniformes et je n'y ai pas trouvé les bandes (*Schienen*) que M. le docteur Stricker a figurées et décrites et qu'il regarde comme l'origine des piliers latéraux (*Schädelbalken*) de Rathke [1]. Quand se montrent les branchies externes, on voit les cellules en rapport avec la masse cérébrale, se modifier et devenir fusiformes d'arrondies qu'elles étaient d'abord (pl. IV, fig. 10-12); mais, même alors, rien ne trahit l'existence des bandes cartilagineuses; ces dernières ne deviennent enfin visibles que sur les larves dont les branchies externes sont sur le point de disparaître (pl. V, fig. 7).

La partie périphérique du f. motoriel se continue d'abord, sans ligne de démarcation, avec les lames des vertèbres primitives; elle constitue les lames latérales de Remak (*Seitenplatten*) et correspond aux lames abdominales de Wolff (pl. III, fig. 3, *fm*). Arrivée au pôle inférieur de l'œuf, maintenant la partie inférieure de l'abdomen du jeune têtard, elle devient moins distincte, et cet état persiste encore chez les larves déjà pourvues de branchies externes.

La séparation en deux couches des lames latérales coïncide avec l'apparition des corps de Wolff (pl. III, fig. 7, *li, lc*); cette séparation vaguement indiquée au début, est déjà bien évidente sur les têtards avec commencement d'appendice caudal (pl. III, fig. 8, pl. IV, fig. 4, *li, lc*); l'épaisseur de la couche interne ou lame intestinale (*Darmfaserplatten*) de Remak est à celle de la couche externe ou lame cutanée (*Hautplatten*) : : 2 : 1. Ces couches sont du reste en contact intime, de sorte qu'il ne peut alors être question de cavité séreuse ou pleuropéritonéale. A l'époque dont je parle, les lames latérales s'arrêtent, un peu au delà des corps de Wolff, et l'endroit où les deux couches de chaque lame se réunissent correspond aux lames médianes ou mésentériques (*mittelplatten*) de Remak.

[1] *Entwickl. des Kopfes*, etc. (*Loc. cit.*, fig. 5-9.)

Sur le têtard pourvu de branchies externes, l'épaisseur des deux couches, et principalement celle de l'interne, a diminué, mais leur séparation n'est pas plus manifeste (pl. IV, fig. 13, pl. V, fig. 1). C'est alors qu'on voit les lames cutanées recouvrir les corps de Wolff et les plaques musculaires; mais, comme je l'ai dit tout à l'heure, je ne puis admettre, avec Remak, que ce soit la lame cutanée fournie par la partie périphérique du f. motoriel, qui forme le revêtement de ces dernières et devient la lame cutanée dorsale : celle-ci naît directement des lames des vertèbres primitives et se confond bientôt avec la lame cutanée abdominale.

Il est facile de voir que les cellules de la crête dorso-caudale ne proviennent pas seulement des lames cutanées, mais aussi de la couche cellulaire qui sépare maintenant les lames musculaires, de la moelle et de la corde dorsale.

Les corps de Wolff sont manifestement un produit du feuillet motoriel germinatif, car ils sont recouverts, dès leur apparition, par la partie périphérique du feuillet sensoriel (pl. III, fig. 7, pl. IV, fig. 4, *w.*); on peut déjà constater leur présence au moment où la larve sort de l'œuf, et bientôt leur extrémité antérieure forme, sous la peau, une saillie considérable (voir fig. 3 et 4, p. 48, *cw*). Ce sont eux qui marquent la séparation entre les lames des vertèbres primitives et la partie périphérique du feuillet motoriel; comme je viens de le dire, ils se trouvent d'abord en dehors de la lame cutanée de ce feuillet, et sont simplement recouverts par la partie périphérique du feuillet sensoriel; mais, un peu plus tard, les lames cutanées dorsales et abdominales les entourent et viennent se rejoindre à leur surface (pl. V, fig. 1, *cw*). En approchant de la région caudale, leurs conduits excréteurs se confondent et forment un canal unique qui s'ouvre derrière l'anus (pl. IV, fig. 9, *cw*).

Le feuillet motoriel donne également naissance aux branchies externes (pl. IV, fig. 12, *br*), puis aux branchies internes qui remplacent les premières. Remak a parfaitement décrit le développement de ces organes, et ce que j'ai observé, chez le pélobate, s'accorde avec les descriptions données par cet auteur[1]; toutefois je crois devoir rappeler que c'est sur le 2e arc

[1] *Loc. cit.*, p. 155.

viscéral de Reichert qu'on voit apparaître les fentes et les arcs branchiaux au nombre de trois (pl. V, fig. 13, pl. IV, fig. 3, *a. br; f. br*). Les branchies externes n'acquièrent jamais, chez le pélobate, un développement aussi considérable que chez la grenouille verte et celle à tempes noires; la circulation y est bien visible au moment où l'intestin commence à se contourner.

Le cœur, situé à son origine, en avant du foie, précisément à l'endroit qui correspond à la fossette sous-buccale (pl. IV, fig. 3, *c*), naît de la lame abdominale; il ne forme d'abord qu'un épaississement cylindroïde de cette lame et passe alors par des modifications successives en tout semblables à celles décrites chez les autres batraciens et les vertébrés supérieurs; on y distingue déjà une cavité au moment où les branchies externes vont entrer en fonction (pl. V, fig. 3, *co*). La lame abdominale qui a donné naissance au cœur, lui fournit aussi un revêtement, le péricarde.

L'aorte est un produit de cette partie du feuillet motoriel qu'on appelle lames des vertèbres primitives; au moment où ces dernières commencent à s'élever sur les côtés de la moelle, elles envoient aussi un prolongement inférieur sous la corde dorsale : ce prolongement est l'origine du tronc aortique (pl. III, fig. 8, *ao*).

IX. — TUBE DIGESTIF SECONDAIRE. — REINS.

La formation si remarquable d'un tube digestif secondaire, décrite par Remak chez la grenouille verte [1], s'observe aussi chez le pélobate brun.

Lorsque la cavité viscérale primitive a remplacé celle de la segmentation ou de Baër, elle occupe tout l'hémisphère qui correspond à la région dorsale de la jeune larve, en présentant toutefois une étendue plus grande vers la région céphalique (pl. III, fig. 3, *cv*). A cette époque, le feuillet trophique ou glandulaire affecte la disposition que j'ai décrite en parlant des feuillets embryonnaires, c'est-à-dire que, dans l'hémisphère supérieur, il est formé par une mince couche de cellules vitellines, tandis que dans l'hémisphère inférieur, il constitue le noyau vitellin des auteurs, le *Drusenkeim* de Remak.

[1] *Loc. cit.*, p. 159.

D'après ce dernier embryologiste, l'apparition du tube digestif secondaire ne s'observerait, chez la grenouille verte, qu'au moment où la circulation est établie dans les branchies externes et par conséquent chez des têtards relativement assez développés [1]. Cette apparition est bien plus précoce chez le pélobate, car on peut la constater sur la larve à peine devenue libre et encore privée de branchies externes et d'appendice caudal (pl. V, fig. 13, *td*).

D'après Remak aussi, l'occlusion de la cavité viscérale primitive se ferait d'arrière en avant, en partant de la fente qui, pour lui, constitue la cavité anale, et à la partie antérieure, resterait une dilatation correspondant à l'endroit où se forme l'arrière-bouche ou pharynx [2]; je n'ai pas vu l'occlusion se faire à partir de l'anus : elle n'a lieu que pour la partie moyenne du canal, dont les deux extrémités, c'est-à-dire l'antérieure ou pharyngienne et la postérieure persistent; la non-disparition de cette dernière se constate facilement sur les coupes transversales (pl. IV, fig 9, pl. V, fig. 2, *gi*).

Dans la cavité pharyngienne, les cellules du feuillet glandulaire affectent déjà une disposition qui est un acheminement vers la formation épithéliale. Le noyau vitellin entouré alors par la lame interne du feuillet motoriel constitue ce que Remak appelle le sac intestinal (*Darmsack*).

Comment disparaît la cavité viscérale primitive? Remak nous laisse dans le doute sur cette question qui me semble néanmoins facile à résoudre. On voit en effet cette disparition se faire, précisément au moment où le jeune têtard perd sa forme globuleuse ou ovoïde, pour revêtir la forme cylindrique qu'on lui trouve à la sortie de l'œuf. Or, cette modification de forme résulte uniquement de ce que la courbe de la région dorsale a disparu; par ce redressement les feuillets de cette région en y comprenant le glandulaire se sont rapprochés du noyau vitellin.

Dès que la partie antérieure du tube digestif secondaire est devenu distincte, les cellules formant ses parois affectent la même disposition que celles qui tapissent le pharynx (pl. IV, fig. 5, *td*); aussi, d'après le célèbre embryologiste déjà souvent cité dans cet article, cette première partie se forme-t-elle par un refoulement de la paroi inférieure et postérieure de la

[1] *Loc. cit.*, p. 160, pl. XI, fig. 2.
[2] *Loc. cit.*, p. 159.

cavité pharyngienne; la portion restante ne devrait son origine qu'à une sorte de disjonction des cellules vitellines qui, se propageant de proche en proche, finirait par atteindre la fente anale. J'ai dit tout à l'heure que, chez le pélobate, la dernière partie de la cavité viscérale, celle qui correspond au gros intestin, ne disparaissait point; j'ajouterai que j'ai vu l'anus définitif ne répondre exactement, ni à la fente anale admise par Rusconi, ni à celle de Remak, mais plutôt à l'endroit primitivement occupé par le bouchon de Ecker, toutes les fois du moins que ce dernier avait conservé sa position normale.

Lorsque la circulation est visible dans les branchies externes, non-seulement le tube digestif secondaire a remplacé la cavité viscérale primitive, mais ses grandes divisions sont indiquées par des sillons déjà décrits et figurés par M. le professeur Reichert[1]. Il est à remarquer que la distinction entre les différentes parties du tube digestif est plus marquée en arrière ou en haut. Une première dilatation, qui paraît double en avant par suite de la présence du foie, répond à ce dernier organe, à l'œsophage, aux poumons, au pancréas, à l'estomac et au duodenum; une deuxième dilatation, dans laquelle les cellules vitellines conservent le plus longtemps leurs caractères, et formée primitivement par des parois épaisses, donne naissance à l'intestin grêle destiné à acquérir une si grande longueur chez le têtard complétement développé; enfin la troisième dilatation correspond au gros intestin.

Ayant pu vérifier l'exactitude des recherches de Remak sur la formation du foie[2], je me bornerai à dire que la dépression du feuillet glandulaire, située derrière le cœur et premier indice de la glande hépatique, s'ouvre d'abord dans la cavité pharyngienne (pl. IV, fig. 5, *fe*); un peu plus tard, quand les branchies externes apparaissent, et sans doute par suite du développement de l'organe central de la circulation, elle est refoulée en arrière (pl. V, fig. 3, *fe*). La vésicule biliaire se montre à cette époque; mais le conduit excréteur n'est distinct que chez le têtard dont les branchies internes vont entrer en fonction; alors aussi la glande offre un aspect lobulé.

[1] Wirbelthier-Reich, *loc. cit*, p. 55. Pl. II, fig. 10-12.
[2] *Loc. cit.*, pp. 119 et 162.



Je n'ai pu distinguer le pancréas que sur les têtards dont le tube digestif de remplacement commence à se contourner; il est d'abord visible en haut ou en arrière, un peu au-dessous de l'endroit où naissent les poumons.

Ce que j'ai observé touchant le développement de ces derniers organes est entièrement conforme à ce que dit Remak[1]. (Pl. V, fig. 5, *pm.*)

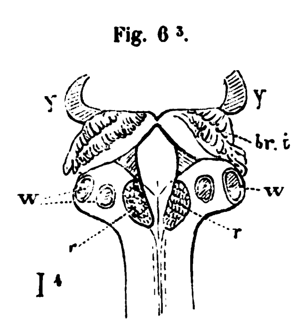
C'est dans l'espace limité par le croissant céphalique et auquel j'ai donné le nom de plaque buccale, que se montre le premier indice de l'ouverture buccale; Remak la fait naître par une dépression en cul-de-sac des deux couches de son feuillet externe, et dont le fond finit par se mettre en contact avec le feuillet glandulaire tapissant le pharynx. Chez le pélobate, on observe, outre la dépression externe formée par la m. enveloppante et le feuillet sous-jacent, une dépression interne du f. trophique pharyngien allant à la rencontre de la première. Du reste, comme le dit le célèbre embryologiste allemand, les cavités buccale et pharyngienne ne sont en communication que lorsque le tube digestif secondaire est constitué et apte à recevoir des aliments. Avant que cette communication se soit établie, l'ouverture buccale externe a une forme losangique (pl. III, fig. 10); dès que la cloison qui sépare les deux culs-de-sac est résorbée, on voit apparaître les lèvres et les lames pectinées (pl. V, fig. 4); un peu plus tard, c'est-à-dire chez le têtard où les branchies internes vont remplacer les externes, on découvre les premiers rudiments du bec corné. J'ai décrit ailleurs la formation et la disposition de ces diverses parties[2]; je rappellerai seulement que, chez le pélobate, les crochets des peignes ont une forme toute spéciale et sont dépourvus de dentelures.

Les auteurs ne sont pas d'accord sur l'origine des reins chez les batraciens; indépendante, d'après Müller[3], des corps de Wolff, elle serait due, d'après Wittich[4] et Rathke, à une sorte de refoulement des conduits excréteurs de ces derniers organes : ..... *in jene Ausführungsgänge der Wolffschen Körper übergehen, aus denen sie ohne Zweifel durch den Prozess der*

[1] *Loc. cit.*, p. 163.
[2] *Bullet. de l'Acad. roy. des sc. de Belg.*, 2e série, t. XVI, nos 9 et 10.
[3] Joh. Müller, *Bildung d. Genit.* 1830, p. 12, pl. I, fig. 5.
[4] *Seib et Kölliker's Zeitschr.* Bd. IV. 1852, p. 131.

Ausstülpung entstanden sind [1]. Remak n'a pas fait de recherches spéciales à ce sujet, mais certaines considérations histologiques le font douter de l'inexactitude de la manière de voir de Wittich et il n'est pas éloigné de croire que les reins, chez les batraciens, sont, comme chez le poulet, une dépendance du tube digestif [2]. Et en effet, sur le têtard déjà pourvu de branchies externes, j'ai vu se former, à la hauteur des corps de Wolff, et aux dépens de la partie du feuillet glandulaire ayant formé la paroi supérieure du tube digestif primitif, deux petits amas de cellules (pl. V, fig. 5, *rs*) qui affectent bientôt la forme et la disposition représentées dans la figure ci-jointe (*r*). Je crois pouvoir les regarder comme les premiers rudiments des reins, mais il m'a été impossible de vérifier quelle relation existe, alors, entre ces organes et les conduits excréteurs des corps de Wolff.

Fig. 6 [3].



[1] Rathke, *Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere.* Leipzig, 1861, p. 164.
[2] *Loc. cit.*, p. 163.
[3] *Y.* yeux; *br. i.* branchies internes; *w.* corps de Wolff; *r. r.* reins.
[4] Grandeur naturelle de l'objet.

Tableau indiquant les modifications subies par les œufs provenant d'une même ponte (avril, 1866).

JOURS.	HEURES.	TEMPÉR.	Modifications éprouvées à partir de la ponte.	PLANCHES.	FIGURES.
9 avril.	Midi.	13° c.	Ponte et fécondation		
—	3 h.	—	Commencement du premier méridien	Pl. I.	Fig. 1.
—	4 h.	—	Premier méridien complet		
—	4 1/2 h.	—	Début du deuxième méridien		
—	5 1/2 h.	—	Deuxième méridien complet		
—	6 h.	—	Commencement de l'équateur : il se montre d'abord sur le deuxième méridien		
—	6 h. 10 m.	—	Équateur complet		
—	7 1/2 h.	—	Division en douze segments et commencement de la division en seize		
—	8 1/4 h.	—	Division en seize complète		
10 —	7 1/4 h. mat.	12° c.	Aspect mùriforme de l'œuf		
11 —	7 1/2 h. —	—	Segmentation complète et envahissement de l'hémisphère pâle par l'hémisphère supérieur foncé. — Anus (Rusconi)		
—	5 1/2 h. soir.	14° c.	Début de la fente anale (*Afterhöle*) Rusconi	Pl. V.	Fig. 8.
12 —	9 h. matin.	13° c.	Anus (Rusconi) de moyenne grandeur		
13 avril.	8 h. matin.	14° c.	Bouchon de Ecker, réduit au minimum, et apparition du sillon dorsal	Pl. I.	Fig. 3.
14 —	8 h. —	14° c.	Sillon dorsal presque effacé; croissant céphalique	Pl. I.	Fig. 9.
15 —	8 h. —	13° c.	Les œufs les plus avancés ont perdu leur forme sphérique; le croissant s'est modifié; première saillie viscérale de Reichert		
—	6 h. soir.	15° c.	Quelques larves ont brisé la membrane de l'œuf, mais elles restent suspendues au cordon par une substance visqueuse partant de la fossette sous-buccale	Pl. III.	Fig. 9.
16 —	7 1/2 h. mat.	14° c.	Première apparition de la queue sur les larves les plus avancées; les cellules cérébrales, les vésicules oculaires, la deuxième saillie viscérale de Reichert et les corps de Wolff sont visibles au dehors		Fig. 3, 4, p. 48.
17 —	Midi.	16° c.	Première apparition des mouvements de latéralité		
18 —	7 h. matin.	13 1/2° c.	Chez les larves les plus avancées la queue mesure à peu près le quart de la longueur du corps; beaucoup de larves se sont détachées du cordon : la plupart sont fixées aux parois du vase par la matière gélatineuse fournie par le croissant		
20 —	7 h. —	13° c.	L'eau n'ayant pas été renouvelée à temps, beaucoup de têtards sont morts, et les survivants n'ont pas subi de modifications appréciables		
21 —	7 h. —	14° c.	Chez les larves les plus avancées la queue mesure à peu près la moitié de la longueur du corps : branch. ext.	Pl. III.	Fig. 10.
22 —	7 h. —	14° c.	Développement des parties existantes; les mouvements deviennent plus vifs		
23 —	7 h. —	11° c.	Apparition, à l'extérieur, des replis du tube digestif; la plupart des larves sont encore fixées, mais les plus avancées en développement commencent à nager dans le liquide		

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I.

Les figures de cette planche sont faites d'après des œufs vivants. Grossissement d'environ 20 diamètres.

Fig. 1. Elle montre la segmentation partant du point germinatif *a*.

— 2. *m*, premier méridien avec sa couronne de plis (*Faltenkranz* des Allm.).

— 3. OEuf vu par sa face supérieure; première apparition du sillon dorsal et de la ligne primitive : l'espace triangulaire ainsi formé touche par son sommet au bouchon de Ecker, *b; ac* indique la direction de la coupe représentée pl. II, fig. 1.

— 4. Apparition du croissant céphalique, *cr*.

— 5. OEuf vu par sa face supérieure; *s*, surface claire elliptique.

— 6. Le même œuf, un peu plus tard, vu par sa face supérieure; le sillon dorsal est complet et la ligne primitive n'est visible que dans la moitié postérieure de ce dernier; *ab*, direction de la coupe représentée pl. II, fig. 2; *bc*, direction de la coupe représentée pl. 2, fig. 3.

— 7. Même œuf vu par sa face antérieure; on y distingue le croissant céphalique et la partie antérieure du sillon dorsal.

— 8. Le même œuf, un peu plus âgé et débarrassé de sa membrane d'enveloppe, vu par sa face supérieure; le sillon dorsal, encore largement ouvert, est limité par les bourrelets médullaires.

— 9. OEuf où le sillon dorsal a presque disparu, vu par sa face antéro-supérieure.

— 10. OEuf où le sillon dorsal a disparu, vu latéralement; *ab*, direction de la coupe représentée pl. II, fig. 9.

— 11. OEuf un peu plus âgé que le précédent; il est vu par sa face antérieure et montre les modifications qu'a éprouvées le croissant céphalique *cr; s*, trace du sillon dorsal.

— 12. OEuf un peu plus âgé, vu par sa face antéro-supérieure; en haut on distingue la trace du sillon dorsal et les bourrelets médullaires, en bas, le croissant céphalique : entre les deux cornes du croissant se trouve la plaque buccale *pb*, à sa partie inférieure, la fossette sous-buccale *f*.

PLANCHE II.

Toutes les figures de cette planche, de même que les figures 1-8 de la planche III, celles de la planche IV et les figures 1-10 de la planche V, sont faites d'après des coupes transparentes. Grossissement, 120 diamètres. — Les mêmes lettres ont la même signification dans les différentes figures.

me, membrane enveloppante ou feuillet externe;
d, partie épaissie de cette membrane;
sn, — — du feuillet sensoriel;
pp, — périphérique du même feuillet;
fm, feuillet motoriel-germinatif;
cd, corde dorsale;
fg, feuillet glandulaire;
nv, noyau vitellin (*Drusenkeim*, Remak);
cv, cavité viscérale primitive;
sd, sillon dorsal;
e, canal épithélial.

Fig. 1. Coupe perpendiculaire au sillon dorsal sur un œuf de même âge que celui représenté pl. I, fig. 3, et à la hauteur de la ligne *ac*.
— 2. Coupe également perpendiculaire au sillon dorsal (voir pl. I, fig. 6, *ab*).
— 3. Moitié supérieure d'une coupe faite dans les mêmes conditions, mais un peu plus en arrière, à la hauteur de la ligne *bc*.
— 4. Moitié supérieure d'une coupe faite sur un œuf dont le sillon dorsal commence à se fermer et vers la partie moyenne de ce sillon (voir fig. 4*a*, *ab*); le feuillet glandulaire est en partie détaché du feuillet motoriel.
— 5. Coupe correspondant à la partie moyenne du sillon dorsal sur un œuf intermédiaire entre celui représenté fig. 4*a* et celui représenté fig. 9, pl. I.
— 6. Coupe faite immédiatement après la fermeture du sillon dorsal et aussi vers la partie moyenne de ce sillon (fig. 6*a*, ligne *ab*).
— 7. Coupe faite sur un œuf du même âge, mais un peu plus en avant (à la hauteur de la ligne *cd*), là où le sillon n'est pas encore effacé.
— 8. Coupe faite dans les mêmes conditions que celle de la fig. 6, mais sur un œuf un peu plus âgé.
— 9. Coupe provenant d'un œuf dont le sillon dorsal a complétement disparu (partie moyenne du sillon; voir pl. I, fig. 10, ligne *ab*).
— 10. Coupe faite dans les mêmes conditions que la précédente, mais sur un œuf un peu plus âgé. Le canal épithélial (*c*), dont les parois se touchent, est très-distinct.

PLANCHE III.

Toutes les coupes sont perpendiculaires à l'axe du corps quand le contraire n'est pas indiqué. — Dans les planches III et IV et dans les figures 1-7 de la pl. V, les mêmes lettres signifient les mêmes objets.

me, *pp*, *fg*, *cd*, *nv*, *cv*, comme dans la pl. II;
cn, canal nerveux;



vc, cellule cérébrale antérieure;
vc', cellule cérébrale postérieure;
m, moelle;
vo, masses ou vessies oculaires;
no, nerf optique;
ct, cristallin;
ch, réseau choroïdien;
bo, masses latérales épaissies du feuillet sensoriel qui donnent naissance aux lobules olfactifs;
bo', lobules olfactifs;
fo, fossettes olfactives;
lb, masses latérales épaissies du feuillet sensoriel qui donnent naissance aux vésicules ou cellules auditives;
lb', cellules auditives;
x, petite masse nerveuse à la partie antérieure de la cellule auditive;
ga, ganglion de Gasser?
g. p, glande pinéale;
e, épithélium;
lv, lames des vertèbres primitives;
fm, partie périphérique du feuillet motoriel;
g, gaine de la corde dorsale;
ld, lames cutanées dorsales;
lc, lames cutanées abdominales;
li, lames intestinales;
lm, lames musculaires;
z, lames cellulaires revêtant la face interne des lames musculaires et se réunissant au-dessus de la moelle pour former avec les lames cutanées dorsales, la crête dorsale;
cr. d, crête dorsale;
bp, piliers latéraux du crâne (*Schädelbalken*, Rathke);
c, endroit où se forme le cœur;
co, cœur;
ao, aorte;
a. br, arcs branchiaux;
f. br, fentes branchiales;
br, branchies internes;
w, corps de Wolff;
cw, conduit excréteur des corps de Wolff;
cr, croissant céphalique;
f, partie postérieure de la fossette sous-buccale;
ca, cavités situées au-dessus des branches du croissant;
s, saillies de la membrane enveloppante;
b, ouverture buccale antérieure;
r, fond du cul-de-sac buccal antérieur;

cl, cloison séparant le cul-de-sac buccal antérieur du postérieur;
cb, cul-de-sac buccal postérieur;
p, lèvre avec peignes;
ph, cavité pharyngienne;
td, partie antérieure du tube digestif définitif;
gi, partie postérieure de la cavité viscérale primitive;
a, anus;
fe, foie;
pm, poumons;
rs, reins;
vt, cellules vitellines;
pg, cellules pigmentaires.

Fig. 1. Moitié supérieure d'une coupe faite sur un œuf de l'âge de celui représenté page 39, fig. 2, à la hauteur de la ligne *ab*.
— 2. Moitié supérieure d'une coupe faite un peu en arrière de la précédente (ligne *bc*).
— 3. Coupe faite vers la partie moyenne du même œuf (ligne *cd*).
— 4. Coupe faite à la partie antérieure d'un têtard intermédiaire entre celui représenté p. 39 et celui représenté pl. III, fig. 9. Pour comprendre la figure, on doit se rappeler la courbure que forme, à cette époque, le canal nerveux à sa partie antérieure. La même remarque est applicable aux figures 5 et 6.
— 5. Voir la fig. 9 de la pl. III. Coupe suivant la ligne *ab;* la cavité pharyngienne (*ph.*) n'a été entamée que d'un côté.
— 6. Même têtard; coupe faite un peu en arrière de la précédente.
— 7. Même têtard; coupe faite à la hauteur de la fossette sous-buccale.
— 8. Voir fig. 4, p. 48. Coupe faite à la hauteur de la ligne *ef*.
— 9. Jeune têtard au sortir de l'œuf, vu latéralement; *cr*, croissant céphalique dont les cornes forment de chaque côté la première saillie viscérale de Reichert; *f*, fossette sous-buccale; la vésicule oculaire, la deuxième saillie viscérale et le corps de Wolff sont déjà vaguement indiqués; *ca*, cellule cérébrale antérieure; *ab*, direction de la coupe représentée fig. 5.
— 9ª. Grandeur naturelle.
— 10. Têtard chez lequel les branchies externes ont à peu près atteint leur plus grand développement, vu par sa face inférieure ou abdominale; on y remarque la saillie que forme la cellule cérébrale antérieure, les vessies oculaires, les fossettes nasales, l'ouverture buccale antérieure en forme de losange, et la fossette sous-buccale.
— 10ª. Grandeur naturelle.

PLANCHE IV.

Fig. 1. Voir page 48, fig. 3, *ab*. La coupe a légèrement entamé les vessies oculaires.
— 2. Même têtard; coupe suivant la ligne *bc* (p. 48, fig. 4).
— 3. Partie nerveuse isolée d'une coupe un peu en arrière de la précédente; *vo*, partie postérieure des cellules oculaires.
— 4. Même larve; coupe faite à la hauteur de la cellule auditive;

Fig. 5. Section longitudinale d'un têtard un peu plus âgé que celui représenté fig. 3 et 4, p. 48; deux coupes ont été combinées pour la confection de cette figure [1].
— 6. Cette figure et les trois suivantes représentent des coupes faites sur un têtard plus âgé que celui de la fig. 5, mais encore dépourvu de branchies externes. Celle-ci représente une coupe faite à la hauteur des vessies oculaires; la vessie du côté gauche est encore en communication avec la cellule cérébrale antérieure, celle du côté droit en est séparée.
— 7. Coupe faite à la hauteur de la vésicule auditive.
— 8. Coupe faite un peu en arrière de la partie moyenne du corps.
— 9. Coupe faite un peu au-devant de l'anus.
— 10. Les fig. 10-13 et les fig. 1-3 de la planche suivante représentent des coupes faites sur un têtard au moment de l'apparition des branchies externes. Ici la section correspond aux fossettes olfactives.
— 11. La coupe est faite à la hauteur des yeux.
— 12. Coupe pratiquée à la hauteur des vésicules auditives et des branchies naissantes.
— 13. A la hauteur des corps de Wolff.

PLANCHE V.

Fig. 1. Coupe obtenue vers la partie moyenne du corps. (Voir explication de la fig. 10, planche précédente.)
— 2. Coupe pratiquée un peu au-devant de l'anus. (Voir fig. 10, planche précédente.)
— 3. Moitié antérieure d'une section longitudinale faite sur un têtard du même âge que celui auquel appartiennent les fig. 1 et 2 et les fig. 10-13 de la précédente planche.
— 4. Voir pl. III, fig. 10. Coupe transversale un peu oblique de haut en bas et d'avant en arrière, pratiquée à la hauteur des fossettes nasales.
— 5. Coupe provenant de la partie moyenne du même têtard.
— 6. Fragment d'une coupe faite au niveau des fossettes nasales, chez un têtard dont les branchies externes commencent à s'atrophier.
— 7. Même têtard. Fragment d'une coupe faite à la hauteur des yeux.
— 8. Section pratiquée sur un œuf dont l'hémisphère supérieur a envahi une grande partie de l'inférieur; *me*, feuillet externe ou membrane enveloppante; *me'*, portion réfléchie de ce feuillet; *rc*, fente anale de Rusconi; *rm*, fente anale (Remak); *fs*, feuillet sensoriel; *v*, cellules vitellines; *ar*, zone claire (anus de Rusconi); *cs*, cavité de la segmentation ou de Baër. On distingue un noyau dans quelques cellules vitellines.
— 9. OEuf dont l'hémisphère supérieur a complétement envahi l'inférieur; *me*, *me'*, *fs*, *v*, *cs*, comme dans la figure qui précède; *bc*, bouchon de Ecker; *fm*, feuillet motoriel; *fg*, feuillet glandulaire; *cv*, cavité viscérale.
— 10. Coupe transparente d'un œuf mûr; *v*, masse vitelline centrale; *cp*, couche périphérique du vitellus; *c*, cavité renfermant la vésicule germinative; *vg*, débris de cette vésicule; sa membrane a entraîné quelques granulations vitellines de la paroi nucléaire.

[1] La vésicule auditive s'y trouve placée trop haut; elle devrait se trouver à la hauteur de la corde dorsale.

Fig. 11. Moitié d'un œuf séparé dans le sens du premier méridien avant la division complète en deux segments, vue par sa face interne; *p*, surface parabolique correspondant à la partie encore non divisée. Grossissement : 20 diamètres.

— 12. OEuf un peu plus âgé que celui représenté fig. 11, pl. I, et vu en grande partie par sa face supérieure; on y remarque la trace du sillon dorsal et les bourrelets médullaires maintenant en contact.

— 13. Moitié droite d'une larve un peu plus âgée que celle représentée fig. 9, pl. III, vue par sa face interne. *me*, membrane enveloppante s'amincissant vers l'abdomen où se voit un lambeau détaché, en *a; sn*, canal nerveux; *cd*, corde dorsale et sa gaîne; *fm*, partie antérieure ou faciale du feuillet motoriel; *fg*, feuillet glandulaire; *nv*, noyau vitellin (*Drusenkeim*, Remak); *ph*, cavité pharyngienne : on y remarque les saillies formées par les trois arcs branchiaux et deux fentes branchiales; *td*, partie antérieure du tube digestif de remplacement; *c*, endroit où se forme le cœur; *ca*, cavité située au-dessus du croissant céphalique; *f*, fossette sous-buccale.

FIN DE L'EXPLICATION DES PLANCHES.



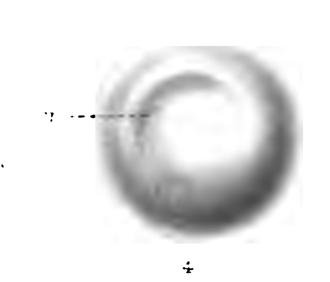
1



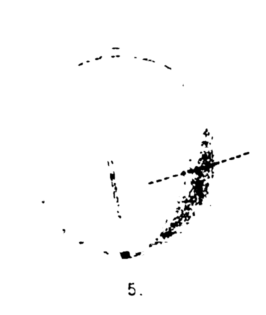
2



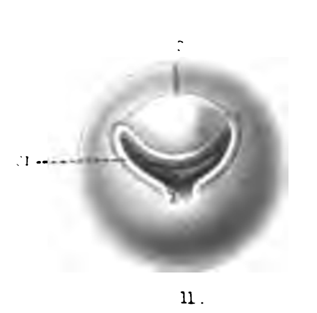
3



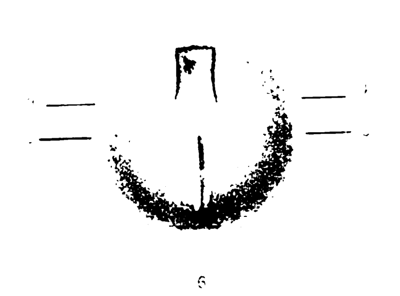
4



5.



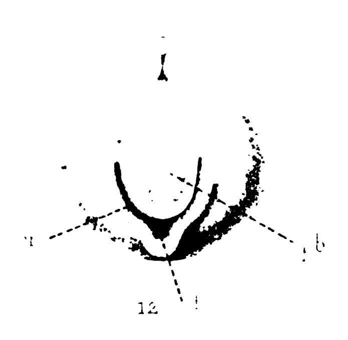
11.



6



7



12.



8



10



9

Ch. Van Bambeke, ad nat. del.

Lith. par G. Severeyns, lith. de l'Acad. Royale de Belgique

1.

2.

4.

3.

4.

5.

6.

7.

8.

10.

9.

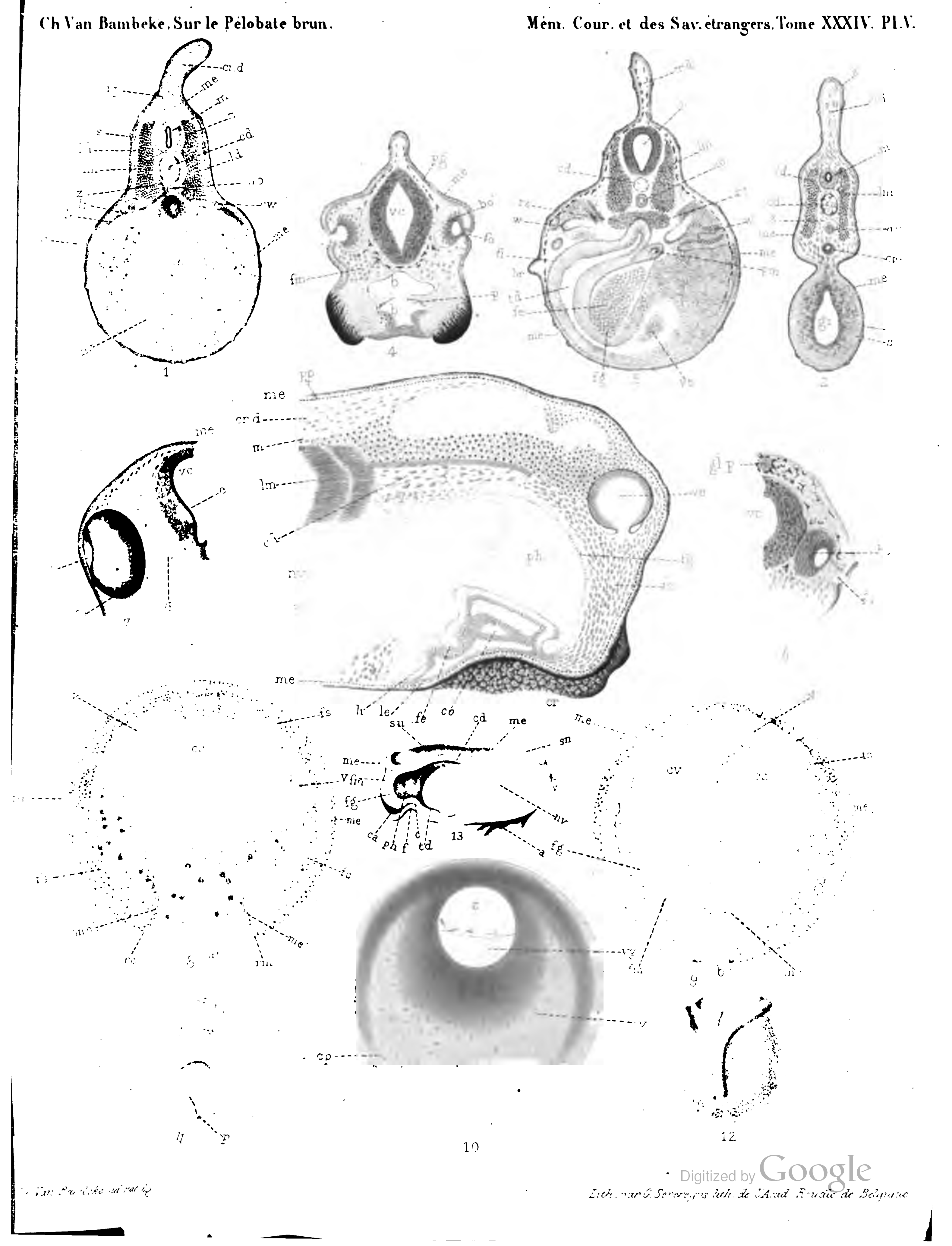
Ch. Van Bambeke, ad nat. del.

Lith. par G. Severeyns lith. de l'Acad. Royale de Belgique.

Lith. par G. Severeyns lith. de l'Acad. Royale de Belgique

Ch. Van Bambeke ad nat. del.

Lith. par G. Severeyns, Lith. de l'Acad. Royale de Belgique.



Lith. par G. Severeyns lith. de l'Acad. Royale de Belgique.

RECHERCHES

PHYSICO-PHYSIOLOGIQUES

SUR

LA FONCTION COLLECTIVE

DES

DEUX ORGANES DE L'APPAREIL AUDITIF,

PAR

A.-J. DOCQ,

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LOUVAIN.

(Mémoire présenté à la classe des sciences, le 1er février 1868.)

RECHERCHES

PHYSICO-PHYSIOLOGIQUES

SUR

LA FONCTION COLLECTIVE

DES

DEUX ORGANES DE L'APPAREIL AUDITIF.

Une société savante mettait au concours, il y a quelques années [1], cette question :

Quelle différence y a-t-il entre la perception des sons avec une seule et avec deux oreilles. La société demande des recherches précises sur cette différence, et, en général, sur l'influence du double dans l'organe de l'ouïe.

La question n'a point reçu de réponse [2].

Si l'on se rappelle la constance des physiciens et des physiologistes à poursuivre l'étude analytique des actes de l'oreille, même de l'oreille interne; leurs conjectures plus ou moins hasardées, quelquefois contradictoires et presque toujours impossibles à contrôler, sur la part de concours, dans l'audition, des diverses pièces de l'organe, on n'est pas médiocrement surpris qu'ils aient négligé le problème de la synthèse de l'ouïe ou de l'action collec-

[1] La société des sciences de Harlem; voir son programme pour l'année 1862.

[2] Le secrétaire de la société, M. Van Breda, m'écrivait le 1er juin 1867 : « La question n'a pas reçu de réponse, veuillez vous en occuper... »

tive de ses deux organes. Ce problème, ils l'ont touché, oui, mais incidemment et par des points isolés. Et cependant, ici l'expérience peut être invoquée, et la solution est susceptible d'être appuyée, combattue ou discutée. Le silence sur le rôle combiné des deux moitiés de l'appareil auditif est d'autant plus surprenant, qu'on s'est occupé assez longuement et depuis longtemps, des avantages qui résultent, pour la vision, de l'exercice simultané des yeux.

La question de l'audition biauriculaire m'a paru intéressante. De sa nature elle appartient à la physiologie comparée des organes symétriques similaires; elle se rattache à la physique par les éléments de solution qui lui sont indispensables; envisagée du point de vue des causes finales, elle apparaît au faîte de la philosophie naturelle. Je ne me fais point l'illusion de croire que je l'ai complétement résolue; hélas! quelle question physico-physiologique a reçu son dernier mot? mais je l'ai étudiée, et je viens solliciter de l'Académie royale de Belgique l'honneur de lui soumettre les résultats de mes expériences et de mes méditations. Je rattacherai ces résultats aux titres suivants :

1. Conditions générales des expériences; principes desquels découlent mes conclusions.

2. Expériences et lemmes relatifs à l'audition uniauriculaire.

3. Influence du double organe auditif sur l'intensité des impressions sonores.

4. Influence des deux moitiés de l'appareil sur le champ de l'audition.

5. Influence de la bipartition de l'ouïe sur la durée des sons instantanés et sur la constance d'intensité des sons continus.

6. Action collective des deux organes de l'ouïe pour l'appréciation de la direction et de la distance d'un centre d'ébranlement sonore.

7. Effets de synthèse et d'analyse dans la perception biauriculaire des sons.

8. Causes finales de la bipartition symétrique de l'appareil auditif.

§ I.

CONDITIONS DES EXPÉRIENCES. — PRINCIPES DESQUELS DÉCOULENT NOS CONCLUSIONS.

J'ai expérimenté sur des sons d'une intensité moyenne, les uns interrompus, les autres continus : le bruit du choc de l'ancre d'une pendule contre la roue d'échappement; les notes, tantôt libres, tantôt étouffées, d'une boîte à musique; les sons d'une corde de violon et de divers tuyaux d'orgue ont été tour à tour l'objet de mon audition attentive. Tout était disposé afin que le son, écouté dans les phases successives d'une même expérience, conservât la même intensité intrinsèque.

Le choix de ces sons m'a paru avantageux : en effet, par leur intensité, par leur continuité ou par leurs saccades, ils sont assimilables à la voix articulée ou continue, prises entre les limites de la voix basse et du chant modéré. Il en résulte que mes conclusions sont applicables à la voix humaine. Les sons d'intensité faible ou moyenne avaient d'ailleurs pour moi cet avantage que, sur les distances entre lesquelles je pouvais opérer, ils présentaient une variation d'intensité beaucoup plus facile à apprécier que ne l'eût été celle des sons forts. Enfin, les sons d'intensité médiocre sont les seuls, on le verra bientôt (p. 8), pour lesquels il peut y avoir relation entre l'ébranlement sonore et l'impression organique, la cause physique et l'effet physiologique; les seuls, par conséquent, qui pouvaient autoriser les conclusions que je cherchais.

La plupart des expériences ont été faites pendant des nuits parfaitement calmes. L'action du vent sur les ondes sonores et les bruits du jour commandaient ce choix du temps. D'ailleurs, on sait que les alternatives de lumière et d'ombre, en la présence du soleil, présentent dans l'air, à leur surface de séparation, des différences de densité qui donnent lieu à des réflexions partielles des ondes au détriment du son direct.

Le champ des expériences est un jardin dont la surface, sensiblement horizontale, est recouverte d'une pelouse qui, dérangeant les ondes incidentes, empêchait les sons réfléchis. La plus grande distance à laquelle je pouvais m'éloigner de la source sonore était de 37 mètres.

J'ai pris toutes les précautions possibles afin que nul son réfléchi n'arrivât à l'oreille et ne vînt donner lieu, avec les rayons directs, à des interférences, des renforcements et des lignes de force. Les corps sonores se trouvaient dans un taillis médiocrement touffu, dans lequel était une large ouverture, pratiquée de telle manière que le cône de rayons qui en sortaient ne rencontrât aucune surface qui pût répercuter les sons vers la ligne sur laquelle j'expérimentais. Des expériences préalables m'avaient démontré la nécessité de toutes ces précautions.

Je me suis assuré d'abord que mon oreille de droite et celle de gauche ont la même sensibilité, en ce double sens qu'un même son est perçu par chacune avec la même intensité et avec la même hauteur. J'ai reconnu que M. Piron, préparateur du cours de physique à l'université, possède le même avantage, en ce qui concerne la première espèce de sensibilité, celle relative à l'intensité. Je lui ai donc confié un bon nombre d'expériences, et j'ai tenu compte des résultats qu'il a obtenus, résultats toujours très-peu différents de ceux auxquels je suis arrivé moi-même.

Les conclusions des expériences, en tant que celles-ci se rapportent à l'intensité des sons, reposent sur ce principe : l'intensité d'un son transmis est inversement proportionnelle au carré de la distance au centre sonore. Ce principe suppose que l'air est d'une élasticité parfaite et transmet intégralement le mouvement reçu; en d'autres termes, qu'il n'y a nulle déperdition de force vive sur la surface successivement croissante d'une même onde. Or cette hypothèse est inexacte : l'air n'est pas parfaitement *diasonore,* comme il n'est pas parfaitement transparent ni parfaitement diathermane; chaque tranche aérienne absorbe, éteint une certaine fraction de l'onde incidente. Je n'ai pas tenu compte de cette perte; d'abord parce qu'elle est variable avec la densité, l'humidité et l'homogénéité de l'air; ensuite, et surtout, parce qu'elle est très-faible, et que l'erreur qui pourrait en résulter est négligeable, eu égard au degré de précision auquel j'ai droit de prétendre dans nos expériences et dans les conclusions de chacune d'elles prise isolément.

Je n'ai pas examiné non plus si l'air en particulier absorbe certains sons de préférence, comme il absorbe certaines radiations calorifiques plus que d'autres; ni s'il peut, en changeant l'acuité des sons qu'il transmet, rappeler

les corps fluorescents. Des recherches faites dans cette direction pourraient peut-être conduire à des résultats fort intéressants, mais ils atteindraient à peine mes conclusions.

La loi du carré se rapporte à l'intensité du son *transmis,* c'est-à-dire considéré dans l'ébranlement du milieu qui, interposé au corps qui produit le son et aux organes qui le perçoivent, donne naissance à l'impression sonore. Mais quelle est l'intensité du son *perçu?* J'entends par intensité du son perçu ou de l'impression sonore, la quantité d'effet acoustique produit sur l'appareil auditif, ou le degré de sensation organique qu'il reçoit en tant qu'instrument de l'audition.

Pour évaluer et comparer les intensités des impressions organiques, les physiciens admettent, implicitement du moins et en certains cas, que ces impressions sont proportionnelles à leurs causes physiques. Il suffit, pour s'en convaincre, de se rappeler l'expérience du photomètre : deux surfaces éclairées par deux lumières convenablement éloignées, produisent sur l'œil la même impression, et les physiciens concluent : 1° que les intensités de l'ébranlement lumineux, produit aux deux centres de lumière, sont proportionnelles aux carrés de leurs distances à la surface qu'elles éclairent, et 2° que les pouvoirs éclairants des deux lumières, c'est-à-dire que les impressions qu'elles produiraient sur l'œil, à la même distance, sont entre elles dans le même rapport. Or, c'est bien là supposer que les impressions organiques sont soumises à la même loi de variation que l'ébranlement physique qui leur donne naissance.

A l'exemple des physiciens dans les essais de photométrie, je rends égales, en variant les distances au corps sonore, les impressions que je veux comparer, et je conclus qu'à distance égale du centre d'ébranlement, les intensités des impressions sonores comparées seraient entre elles comme les carrés des distances pour lesquelles elles sont identiques. Mes conclusions, en tant qu'elles portent sur les intensités des sons perçus, reposent donc sur cette proposition : que les impressions sont proportionnelles à l'ébranlement qui les engendre, en d'autres termes, que les sensations sont proportionnelles aux excitations. Qu'on veuille bien le remarquer cependant, je ne prétends nullement ériger cette proposition en principe général, non ; mais je soutiens

qu'elle est suffisamment exacte si on l'applique à des causes et à des effets sonores, choisis entre les limites d'intensité où je les étudie dans mes expériences. Je dois entrer ici dans quelques détails pour rendre toute ma pensée et pour appuyer mon opinion.

La proportionnalité des sensations acoustiques à l'ébranlement aérien transmis à l'appareil auditif, prise en un sens général, serait une erreur. En effet, si un son transmis à l'oreille s'accroît indéfiniment en intensité, il devient bientôt disproportionné à l'effet organique possible, car celui-ci est limité par la vibratilité des membranes, milieux et filaments nerveux de l'appareil, et cette vibratilité elle-même est limitée comme l'élasticité de la matière. Il en résulte alors qu'une partie de l'onde aérienne, de sa nature génératrice d'un son, dérive pour se transformer, non en impression sonore, mais en impression tactile ou calorifique, qui gêne l'audition. Loin d'entendre mieux, on entend moins, on est abasourdi, et même un organe spécial, le muscle du marteau, indique par sa fonction qu'une limite est imposée à la sensation sonore. Si, au contraire, l'ébranlement générateur du son s'affaiblit graduellement, la sensation résultante finit par diminuer plus rapidement que la cause qui la provoque, car elle atteint son zéro avant celle-ci; le son cesse d'être perceptible un peu avant que l'ébranlement sonore soit nul. Entre ces conditions d'intensité extrêmes, dans lesquelles l'impression varie suivant une progression moins rapide, ou plus rapide que la cause qui l'excite, il existe nécessairement des conditions d'intensité intermédiaires pour lesquelles la cause et l'effet sonores croissent ou décroissent suivant un rapport sensiblement constant. C'est dans ces conditions, sauf illusion, que je crois avoir renfermé mes expériences, et que je considère comme négligeables les erreurs qui pourraient résulter de l'hypothèse de la proportionnalité des impressions aux causes impressionnantes.

Des considérations d'un autre ordre viennent à l'appui de la proportionnalité, entre certaines limites, des ondes et des perceptions sonores. Dans les phénomènes physiques, rien n'est ni créé ni anéanti, mais tout se substitue par équivalent : la chaleur au travail, la lumière et l'électricité à la chaleur, le magnétisme à l'électricité et réciproquement; le cycle des phénomènes n'est qu'une série de substitutions opérées sans accroissement ni déperdition

de force vive. Cette théorie, toute moderne, interprétée sagement et avec certaines réserves [1] est incontestable et incontestée. Or si on l'étend aux phénomènes physiologiques, ce qui paraît logique moyennant quelques restrictions, elle implique une relation d'équipollence et, par suite, la proportionnalité entre les causes physiques et leurs effets physiologiques, et, en particulier, entre l'onde sonore transmise et le son perçu. Pour que cette relation cesse d'exister, il faut, ou que la cause mécanique du son, en excès sur la capacité de fonction de l'appareil auditif, dégénère en sensation d'une autre espèce, en impression tactile ou calorifique par exemple; ou bien il faut que cette même cause mécanique, à défaut de puissance, se dépense et s'épuise totalement dans l'ébranlement des pièces secondaires de l'appareil, travail préliminaire de l'audition.

Quelques physiologistes [2], Fechner, Weber et autres ont cherché à déterminer exactement la loi qui lie les impressions des organes à leurs causes mécaniques. Plusieurs ont adopté la formule : « La sensation est proportionnelle au logarithme de l'excitation, plus une quantité constante. » Cette loi, qu'on pourrait traduire géométriquement par une *logarithmique* pour mieux saisir sa portée et sa valeur, comprend ces propositions particulières acceptées plus haut : les impressions des sons très-faibles s'éteignent et s'accroissent plus rapidement que les causes qui les excitent; celles des sons très-forts s'accroissent moins rapidement, et celles des sons intermédiaires leur sont sensiblement proportionnelles. La proposition énoncée, dite loi psycho-physique, a donc un vrai mérite, en ce qu'elle exprime le sens de la variation des sensations pour des excitations correspondantes. C'est une traduction heureuse d'une vérité physiologique; mais c'est une traduction libre; sa démonstration [3] ne nous a pas convaincu, et son extension à toute espèce de sensations nous paraît gratuite.

En vain voudrait-on élever la formule psycho-physique à la hauteur d'un principe mathématique; elle implique, dans les sensations, la possibilité d'un

[1] Voir *Exam. des théor. relat. à la nat. des agents physiques*, par A.-J. Docq, dans les *Mém. cour. de la Soc. Batave de philos. expér. de Rotterdam;* 1865.

[2] Voir l'*Optique physiologique*, par H. Helmholtz, pp. 512 et 513 de l'éd. allem., ou pp. 414 et 415 de l'éd. franç.

[3] *Ibid.*



accroissement indéfini que les faits démentent : l'oreille abasourdie finit par ne plus *entendre*, comme l'œil ébloui cesse de voir. Nulle constante ne peut soustraire la formule à cette observation critique. Peut-on d'ailleurs donner le nom de constante à une quantité qui doit varier, dans la fonction, avec la nature des sensations et avec les individus? Enfin, la loi fût-elle exacte, elle ne pourrait être appliquée à évaluer et à défalquer l'erreur résultant de l'hypothèse de la proportionnalité entre les sensations et leurs excitations, qu'à la condition que l'*unité d'excitation* fût définie pour chaque organe et pour chaque expérimentateur. En présence de ces motifs, l'adoption de la proportionnalité des effets aux causes, avec les restrictions indiquées, devient une nécessité. Quand un principe rigoureux manque à la science, il reste à celle-ci, pour ressource, de tendre à la vérité par approximation. L'astronomie mathématique elle-même ne dédaigne pas cette méthode; elle n'est qu'une série d'approximations successives.

Avant d'aborder l'étude de l'action collective des deux organes de l'appareil auditif, je dois démontrer quelques propositions subsidiaires, ou lemmes, relatives à leur action isolée, et indispensables à la théorie de l'audition biauriculaire. Ce sera l'objet du paragraphe suivant.

Pour plus de clarté, je me départirai, dans ce travail écrit, de la méthode analytique suivie dans mes recherches. Adoptant la manière des anciens géomètres, je commencerai par énoncer les propositions ou conclusions auxquelles je suis arrivé; je ferai connaître ensuite les expériences qui les établissent, et je finirai par donner les explications qu'elles peuvent recevoir et les observations qu'elles provoquent.

§ II.

EXPÉRIENCES ET LEMMES RELATIFS A L'AUDITION PAR LES PARTIES SOLIDES DE LA TÊTE ET A L'AUDITION PAR UNE SEULE OREILLE.

—

PREMIÈRE PROPOSITION. — *Les ondes sonores se transmettent aux ramifications du nerf acoustique principalement par la colonne aérienne du conduit auditif externe et la série des osselets du tympan.*

DÉMONSTRATION EXPÉRIMENTALE. — On se place au-devant d'un corps sonore; on ferme hermétiquement, par intervalles, les conduits auditifs externes, et l'on remarque que le son, d'abord clair et intense, devient sourd et perd considérablement de sa force, ou même est imperceptible.

J'ai reconnu, après divers essais pour réaliser cette expérience, que le mode d'obturation des oreilles le plus parfait consiste à presser le tragus contre le fond de la conque, au moyen de l'articulation de la dernière phalange du pouce, replié lui-même sur la paume de la main. La pression exercée produit un bruissement sourd très-léger, mais je n'ai pu éviter cet inconvénient et obtenir en même temps une fermeture exacte des oreilles; deux hémisphères de carton doublé d'ouate, superposés et pressés autour d'une même oreille, n'en excluent que fort imparfaitement les ondes aériennes.

Il résulte de l'expérience indiquée que la transmission du son par les parties solides de la tête est très-défectueuse, ce qui n'a rien de surprenant si l'on remarque que l'ébranlement de la faible masse d'air en contact avec la tête est communiqué à la masse relativement considérable du crâne, et qu'une minime partie seulement de cet ébranlement est transmise au nerf auditif et traduite en son.

Cette raison explique pourquoi les sons perçus par la boîte crânienne sont sourds et sans timbre particulier; car les vibrations secondaires, causes du timbre, qui arrivent au sensorium, ne sont constituées que d'une somme de mouvement insuffisante pour l'impression sonore.

Qu'après ce qui précède, on se rappelle qu'à moins que le corps sonore ne soit en contact avec les parties solides de la tête, les osselets du tympan sont les conducteurs par excellence des mouvements vibratoires, ce qui ressort d'une belle série d'expériences de Müller; que, d'un autre côté, les vibrations ne se propagent pas par la trompe d'Eustache, ce que j'ai pu reconnaître dans le cours de mes expériences en ouvrant et fermant alternativement la bouche et les fosses nasales, ce qui d'ailleurs résulte de l'occlusion naturelle de ce conduit hors les cas de mouvements extraordinaires de déglutition; et la proposition énoncée acquerra la valeur d'une vérité démontrée.

Deuxième proposition. — *Le concours des parties solides de la tête dans la transmission des sons ordinaires à l'oreille interne n'excède pas un centième de la part que prennent à cette transmission la colonne aérienne du conduit externe et les conducteurs de la caisse tympanique.*

Cette proposition est la conclusion d'une suite de vingt-quatre expériences, faites par mon préparateur et par moi-même. Les corps sonores étaient tantôt des lames métalliques, tantôt des tuyaux en bois, ouverts ou fermés, excités par une soufflerie, et rendant des sons correspondant à des nombres décroissants de vibrations simples à partir de 1300 par seconde. Les lames appartenaient à une boîte à musique de vingt-huit centimètres de longueur sur quatorze de largeur.

Les expériences consistaient en ceci : l'un de nous se plaçait en face du corps sonore et écoutait attentivement à la distance de trente à quarante mètres; puis, se bouchant les oreilles, il s'approchait jusqu'à ce que le son entendu eût la même intensité qu'il avait, écouté des deux oreilles, à la première station. Évidemment, de la première à la seconde position, l'ébranlement transmis par l'air avait augmenté dans le rapport renversé des carrés des distances au corps sonore; et, puisque l'impression sonore était la même, nous pouvions conclure que la transmission au nerf acoustique avait diminué dans le même rapport, et poser la proportion :

$$i : I :: d^2 : D^2$$

dans laquelle i exprime l'intensité du son propagé ou le nombre de rayons sonores qui arrivent au nerf acoustique par les parties solides de la tête; I l'intensité qu'eût conservée le son, ou la somme des rayons qui auraient atteint le même nerf à la seconde station, si les oreilles étaient restées ouvertes; D et d les distances successives de chaque station au centre d'ébranlement.

En appliquant la formule précédente à chacune de nos observations, et en prenant la moyenne des résultats, nous avons trouvé que l'intensité du son perçu par l'enveloppe osseuse de l'appareil auditif est seulement 0,0074 du son perçu par la même enveloppe, plus les milieux conducteurs de l'oreille externe et du tympan. En d'autres termes, sur 10,000 rayons sonores qui

peuvent affecter le sensorium, 74 seulement l'atteignent en traversant l'os frontal, les pariétaux et les temporaux.

L'expérience bien connue de la montre qui, placée entre les dents, laisse entendre un tic tac relativement intense, n'infirme pas cette conclusion. Les conditions ne sont pas identiques : ici la propagation de l'ébranlement sonore se fait entre des corps solides; dans nos expériences, elle a lieu de l'air à la tête. Le célèbre physiologiste Müller, dans ses ingénieuses recherches sur la propagation des mouvements vibratoires, a parfaitement constaté la facilité de transmission de solide à solide, et la difficulté de propagation entre les solides et les gaz.

Les expériences que je viens de faire connaître, et celles dont il sera parlé plus loin, donnent facilement prise à de légères erreurs, car il est difficile de juger si deux sons successifs sont de même intensité, surtout s'ils ont un timbre différent; mais, en multipliant ces expériences comme nous l'avons fait, nous croyons avoir obtenu des résultats moyens dignes de confiance.

Troisième proposition. — *La part de transmission des sons qui revient aux parties solides de la tête varie avec les individus et dépend de l'acuité de ces sons.*

Cette proposition est une conséquence des expériences rapportées précédemment. En comparant les résultats obtenus par mon collaborateur aux miens, j'ai acquis la conviction qu'il existe entre lui et moi une différence marquée dans le pouvoir transmissif de la boîte crânienne. J'ai hésité un instant en présence de ce fait inattendu; j'ai même conçu quelque inquiétude sur notre compétence dans l'expérimentation; mais j'ai été complétement rassuré par la concordance très-remarquable de nos résultats dans toutes les expériences subséquentes.

L'influence de l'acuité des sons sur leur transmissibilité par le crâne mérite plus encore d'être remarquée. Les sons aigus de la boite à musique se transmettent par cette voie dans la proportion moyenne de 0,0086 : 1; les sons des tuyaux, donnant de 800 à 1300 vibrations simples par seconde, dans la proportion de 0,0072 : 1; ceux des tuyaux plus graves

dans une proportion moindre encore et qui a fini par devenir inappréciable. Quelque proportion que l'on adopte, on reconnaîtra que la part de transmission par l'enveloppe solide du sensorium acoustique est négligeable dans le genre de recherches auquel je me suis livré; aussi n'en ai-je tenu aucun compte dans mes expériences ultérieures.

La différence de transmissibilité des sons aigus et des sons graves donne lieu à un rapprochement bien remarquable. On sait, surtout depuis les belles expériences de Jamin, que la plupart des corps sont thermochroïques, et qu'ils transmettent d'autant moins de radiations calorifiques que celles-ci sont moins réfrangibles ou que leur longueur d'ondulation est plus grande. Les os du crâne, tous les corps solides probablement, peut-être même tous les corps, se comportent de même avec les ondes sonores; toutes choses égales d'ailleurs, ils les transmettent d'autant plus difficilement, et par conséquent les absorbent d'autant plus, que ces ondes sont plus longues. On voit par là à quoi correspondrait, dans le langage scientifique, la dénomination de *son perçant*. La propriété, pour un son, d'être perçant serait à la fois fonction de sa hauteur, de l'amplitude des vibrations qui le produisent et de l'étendue du corps sonore. Des recherches sur la part de chacune de ces variables ne seraient pas impossibles, et, assurément, elles ne manqueraient ni d'intérêt, ni d'utilité. Mais je reviens à mon sujet.

QUATRIÈME PROPOSITION. — *L'intensité de l'impression sonore reçue par une seule oreille dépend de l'angle formé par les rayons sonores et le plan moyen du pavillon.*

DÉMONSTRATION. — *Première expérience.* — On bouche une oreille, l'oreille gauche par exemple; on dispose le pavillon moyen de l'oreille droite normalement à la direction d'un corps qui rend un son faible et continu; puis on fait un demi-tour, soit par la gauche soit par la droite, en écoutant attentivement.

On acquiert la conviction, par cette expérience, que l'intensité du son perçu est maximum quand le plan moyen du pavillon est perpendiculaire aux rayons sonores; que cette intensité décroît successivement, et qu'elle

atteint son minimum quand le pavillon, plongé dans l'ombre géométrique du son, est redevenu parallèle à sa position initiale.

Seconde expérience. — On se place d'abord et on écoute comme dans la première expérience; puis on donne au pavillon une inclinaison déterminée (ce qui est facile quand on a mesuré préalablement l'angle dièdre formé par le plan moyen du pavillon et le plan médian de la tête), et on avance jusqu'à ce que le son perçu sous cette inclinaison ait la même intensité qu'il avait quand l'oreille le recevait normalement, à la première station.

Au moyen de cette expérience, et en appliquant comme précédemment la relation

$$i : I :: d^2 : D^2,$$

on peut calculer quelle fraction de rayons efficaces correspond à une inclinaison déterminée du pavillon.

Il résulte des expériences précitées que l'intensité du son perçu par l'oreille n'est pas, comme l'intensité de la lumière reçue par une surface, proportionnelle au cosinus de l'angle formé par les rayons incidents et la normale à cette surface. L'impression auditive ne suit pas la loi de l'illumination. Alors que le cosinus indiqué est nul, alors même que l'oreille est dans l'ombre sonore, elle entend encore. C'est qu'il se produit, dans l'espace privé des rayons directs, un épanchement latéral des ondes, condensées ou dilatées, une diffraction d'un ordre tout particulier, sur laquelle je reviendrai (§ VI).

Il suit encore du décroissement continuel de l'intensité du son perçu, pendant le mouvement giratoire indiqué dans la première expérience, que les ondes qui frappent le pavillon par derrière ne sont pas aussi efficaces pour l'ouïe que celles qui arrivent contre sa surface externe. C'est une nouvelle preuve à ajouter à celles qui établissent que le pavillon n'agit pas seulement comme corps vibratile, mais encore, et surtout, comme collecteur des ondes aériennes.

CINQUIÈME PROPOSITION. — *L'intensité du son perçu par une oreille dépend de l'orientation de l'oreille relativement aux rayons sonores.*

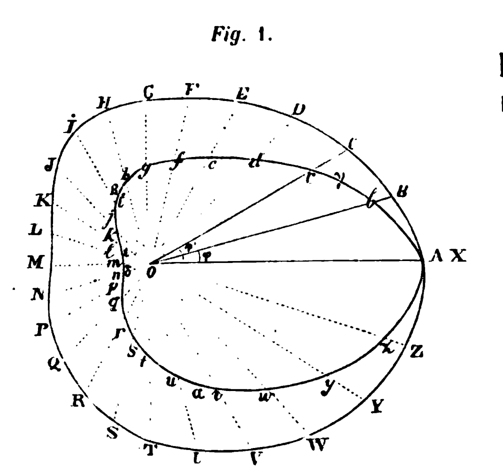
A angle d'incidence égal, le son est plus intense s'il vient d'un point situé au-devant de la normale au plan moyen du pavillon, que s'il part d'un centre

placé derrière cette normale. Cette vérité ressort des expériences que je ferai connaître incessamment. A la seule inspection du pavillon on en saisit la raison d'être : les ondes sonores venant d'un lieu au-devant de la normale, si elles tombent en deçà du tragus, glissent contre la joue et progressent vers le pavillon; si elles viennent sur celui-ci, elles sont arrêtées par l'hélix, et concentrées sur l'organe. Les ondes obliques d'arrière en avant ne subissent pas une influence de concentration ou de convergence semblable.

Sixième proposition. — *L'intensité d'un son perçu par une oreille, sous toutes les incidences possibles du rayon sonore, peut être représentée par le rayon vecteur d'une courbe polaire cordiforme, formée de deux branches spiraloïdes non symétriques.*

Soit un corps sonore situé sur le prolongement de la ligne OX (*fig.* 1). Supposons qu'un auditeur placé au point O, à la distance D du centre phonique, écoute le son venant de X, de l'oreille droite dont il tient le pavillon normal à OX. Il pourra représenter l'intensité de l'impression organique ou du son perçu, qui est maximum et peut être prise pour unité, par la longueur OA. Si l'expérimentateur incline le pavillon d'un angle φ, en sorte que sa normale devienne OB, le son entendu sera moins intense, mais en se rapprochant de X, il arrivera à une distance d du corps sonore pour laquelle l'intensité sera redevenue égale à l'unité, et la relation

Fig. 1.



$$\frac{i}{I} = \frac{d^2}{D^2}$$

lui fera connaître l'intensité du son perçu au point O sous l'angle d'incidence φ, comparée à son intensité lors de l'incidence normale. Il représentera cette

intensité par la longueur OB. En augmentant successivement l'angle φ, et en répétant l'expérience, le calcul et la construction, comme précédemment, il obtiendra une série de rayons vecteurs OC, OD, OE, OF..... OZ, et une série de points C, D, E, F..... X, répartis sur une zone étroite qui, rétrécie et réduite à une ligne, donnera la courbe ABCD..... YZ, dans laquelle les rayons vecteurs OB, OC, etc. représentent les intensités d'impression qui correspondent aux angles φ, φ', etc. d'incidence du son.

C'est par cette méthode que j'ai été amené à pouvoir tracer par points la courbe ABC..... YZ des intensités subjectives du son produit par un tuyau fermé, donnant le *La* du diapason (870 vibrations simples par seconde), et écouté à la distance de 22 mètres, sous toutes les incidences possibles, comptées de 0° à 360°, par l'oreille droite tournant suivant ABC..... YZ. Je voudrais, pour être bref, pouvoir l'appeler *courbe des intensités* [1].

On peut se rendre compte des effets acoustiques dont cette ligne est la figuration. De l'incidence normale ou de l'angle d'incidence égal à 0°, jusqu'à l'angle droit, les intensités des impressions décroissent; c'est que la section du faisceau des rayons recueillis directement par la surface externe du pavillon va elle-même en décroissant à mesure qu'augmente l'angle d'incidence. A 90° et même au delà, l'impression sonore persiste et même ne diminue que faiblement; c'est que les ondes continuent à atteindre l'organe auditif de deux manières : par incidence sur la surface postérieure du pavillon, et par diffraction vers la conque. A 120° environ, toute incidence directe des rayons sonores sur le pavillon est devenue impossible, et l'audition, due presque tout entière alors à la diffraction des ondes aériennes vers le pavillon plongé dans l'ombre sonore, décroît rapidement. A 180°, l'expansion rétrograde des ondes peut seule atteindre l'oreille; l'effet, comparé à ce qu'il était lors de l'incidence directe et normale des rayons, a diminué dans le même rapport que

[1] Les rayons vecteurs, de 15° en 15 degrés, y ont respectivement les valeurs suivantes :

OA = 1	OG = 0,575	OM = 0,342	OT = 0,570
OB = 0,932	OH = 0,540	ON = 0,369	OU = 0,653
OC = 0,830	OI = 0,499	OP = 0,402	OV = 0,751
OD = 0,730	OJ = 0,444	OQ = 0,437	OW = 0,845
OE = 0,650	OK = 0,389	OR = 0,473	OY = 0,928
OF = 0,609	OL = 0,348	OS = 0,516	OZ = 0,988



l'effet du jusant à celui du flux; et la sensation est réduite à un minimum que traduit l'inflexion de la courbe vers M. Enfin, au delà de 180° et jusqu'à 360°, l'impression sonore recommence à croître, mais suivant une progression nouvelle, à cause de la nouvelle orientation du pavillon relativement aux rayons sonores (*cinquième proposition*); la branche MNO..... ZA n'est pas symétrique de MLK..... BA.

Les impressions sur l'oreille gauche dirigée successivement vers les points AZYW....., pourraient être représentées semblablement par une courbe fermée, symétrique de ABC..... YA.

Septième proposition. — *L'accroissement et le décroissement des impressions qui correspondent aux diverses incidences d'un son sur l'oreille, et par suite la courbe polaire des intensités, varient avec l'intensité de l'excitation ou du son qui arrive à l'oreille, et avec la distance de l'oreille au corps sonore.*

Le sens de la variation est celui-ci : le décroissement des intensités de 0° à 180°, puis leur accroissement de 180° à 360°, est d'autant plus rapide que le son écouté est plus faible. Une suite de cinquante-deux expériences m'a rendu évidente cette loi. J'ai opéré, conformément à la méthode indiquée précédemment, sur des sons d'une intensité de plus en plus faible, à partir du *La* donné par le tuyau fermé de l'expérience précédente; sur les sons d'une boîte à musique, tantôt libres, tantôt étouffés sous un triple pli d'étoffe; sur le bruit de l'échappement d'une pendule, et même sur le tic tac d'une montre. Or, la courbe des intensités du son de la boîte à musique ouverte et placée à la distance de 6 à 10 mètres est moins ample que ABC..... ZA; tous ses rayons vecteurs décroissent à partir du point A, suivant une progression plus rapide. La courbe se rétrécit davantage si l'on ferme la boîte, et si l'on étouffe ses sons. Pour le bruit de l'échappement d'une pendule, écouté à la distance de $4^{m},50$, la ligne des intensités devient A*bc*..... *yz*A (*fig.* 1) [1]. La bande com-

[1] Les valeurs relatives des rayons vecteurs sont ici :

OA = 1	O*g* = 0,350	O*m* = 0,08	O*t* = 0,306
O*b* = 0,852	O*h* = 8,302	O*n* = 0,089	O*u* = 0,385
O*c* = 0,672	O*i* = 0,206	O*p* = 0,103	O*v* = 0,502
O*d* = 0,541	O*j* = 0,137	O*q* = 0,139	O*w* = 0,626
O*e* = 0,445	O*k* = 0,101	O*r* = 0,185	O*y* = 0,772
O*f* = 0,394	O*l* = 0,086	O*s* = 0,238	O*z* = 0,923

prise entre les deux courbes ABC..... YA, A*bc*..... *z*A donne une idée suffisante de la variation du pouvoir auditif, liée à la direction du pavillon, pour les sons de médiocre intensité, tels que ceux qui transmettent habituellement, de l'homme à l'homme, l'expression de la pensée et du sentiment.

On peut, par induction, présumer que la courbe des intensités s'amplifierait et se rapprocherait d'une circonférence de cercle, si elle s'appliquait à des sons très-forts; le souvenir que chacun a de l'impression causée, sous diverses incidences, par le son des cloches, le bruit du tonnerre et du canon, semble appuyer cette présomption.

Avec des sons de plus en plus faibles, la courbe se resserre graduellement, et son inflexion vers la région *kmp* se transforme en un point de rebroussement qui finit par atteindre le point *o* lui-même, ce qui la transforme en deux spirales dissymétriques. Il est facile de l'expérimenter avec le tic tac d'une montre. Ce qui est remarquable dans cette expérience, c'est que l'extinction du son pour l'oreille, quand celle-ci passe dans l'ombre sonore, a lieu quand on écoute de près comme quand on écoute de loin. L'effet est dû, dans le premier cas, à ce que les rayons sonores tangents à la tête sont très-divergents, ce qui favorise l'extinction en augmentant le chemin que doit parcourir l'ébranlement latéral, ou par diffraction, pour arriver à l'oreille. Alors, comme quand la montre est éloignée, la somme d'ébranlement aérien qui parvient à l'oreille n'est plus capable d'une impression sonore.

§ III.

INFLUENCE DU DOUBLE ORGANE SUR LE POUVOIR AUDITIF ET L'INTENSITÉ DES IMPRESSIONS SONORES.

—

HUITIÈME PROPOSITION. — *Le pouvoir auditif des deux organes fonctionnant collectivement est plus que double du pouvoir d'un organe excité à l'exclusion de l'autre.*

J'ai tenté la comparaison de ces pouvoirs, qu'on pourrait appeler aussi pouvoirs admissifs des sensations sonores, en expérimentant sur des sons



très-différents. Huit expériences ont été faites avec une pendule. Je tenais la face dirigée vers elle et je ramenais à l'égalité, en changeant les distances, les intensités du bruit de l'échappement, perçu successivement avec les deux organes et avec un seul. J'ai déduit, comme précédemment, le rapport des impressions biauriculaire et monoauriculaire. Le rapport moyen résultant des huit expériences a été trouvé plus grand que 2 : 1.

J'avouerai que j'avais commencé les expériences avec l'idée préconçue que le rapport dépasserait à peine l'unité; le résultat obtenu m'a donc grandement surpris dans le premier moment. Il me semblait *à priori* que la perception uniauriculaire des sons était à peu près équivalente à la perception acquise par les deux organes à la fois. Je croyais avoir remarqué, d'ailleurs, que les personnes privées de l'usage d'un œil ne voient point moins bien que d'autres ce qu'elles voient, et je m'étais assuré, par l'expérience, qu'il me suffisait à moi de me rapprocher bien peu pour lire d'un œil les caractères précédemment placés à la distance limite à laquelle je pouvais les déchiffrer des deux yeux. J'étais donc vivement sollicité à répéter et à multiplier mes essais.

Or, mon étonnement s'est changé en inquiétude à la suite de nouvelles et nombreuses expériences, faites sur des sons très-divers, tels que ceux qui s'échappent d'une boîte à musique, d'une corde de violon et de divers tuyaux d'orgue. Dans toutes ces expériences, sans exception, le rapport de l'impression biauriculaire à l'impression uniauriculaire a été trouvé supérieur à 2, et il s'est maintenu tant au-dessus qu'en dessous de 2,7 [1]! Dois-je croire que j'ai mal expérimenté? Mais un tiers environ des expériences ont été faites par mon préparateur. Que d'autres veuillent bien les répéter et rectifier, s'il y a lieu, la proposition qui ouvre ce paragraphe. Je me réjouirai toujours d'une vérité acquise à la science, eussé-je même le triste mérite d'en avoir été la cause occasionnelle en commettant une erreur.

En attendant, je me demande quelles pourraient être les raisons de cette faiblesse relative de l'impression reçue dans l'audition monoauriculaire. J'en soupçonne plusieurs : d'abord la pression exercée pour fermer une oreille,

[1] J'ai trouvé les rapports 2,4 — 2,5 — 2,6 — 2,7 — 2,8, 2,9 — 3 et même 3,1. Je manque jusqu'ici de données suffisantes pour décider si ces différences tiennent à la difficulté et à l'imperfection de l'expérimentation, ou aux qualités des sons sur lesquels mon attention s'est portée.

produit quelque malaise à l'extérieur, et quelquefois un très-léger bruissement à l'intérieur; deux effets qui sont de nature à distraire de l'audition par l'oreille qui écoute et même à la gêner (pp. 35 et 36). D'un autre côté, l'impression sur un seul nerf acoustique est quelque chose d'incomplet et d'anormal; elle laisse dans la conscience je ne sais quelle gêne ou quel désir, et l'on conçoit que cette imperfection retombe sur l'organe actif lui-même et le mette en défaut dans sa fonction, comme une quantité négative impose son signe à un produit dont elle est facteur [1].

NEUVIÈME PROPOSITION. — *L'intensité d'une impression sonore, dans l'audition biauriculaire, varie avec la position de la tête relativement au centre phonique; et la variation d'intensité dépend de la force du son transmis à l'appareil auditif.*

L'influence de la position de la tête est facile à constater : que l'on dirige la face vers un centre phonique, puis subitement du côté opposé, et l'on remarquera une diminution notable dans le son perçu. La différence d'intensité dans les deux positions reste encore manifeste si l'on incline de peu de degrés le plan médian de la tête sur la direction des rayons sonores.

La variation des impressions qui correspondent aux diverses positions de la tête, par rapport au corps sonore, est faible, parce que la diminution d'impression pour un organe correspond toujours à un accroissement pour l'autre. Par suite, on ne peut guère espérer de déterminer, par des expériences, la courbe des intensités, comme nous l'avons fait pour le cas de l'audition monoauriculaire.

Mais si l'on veut supposer un instant que l'impression biauriculaire est égale en intensité à la somme des impressions reçues par chaque oreille, on

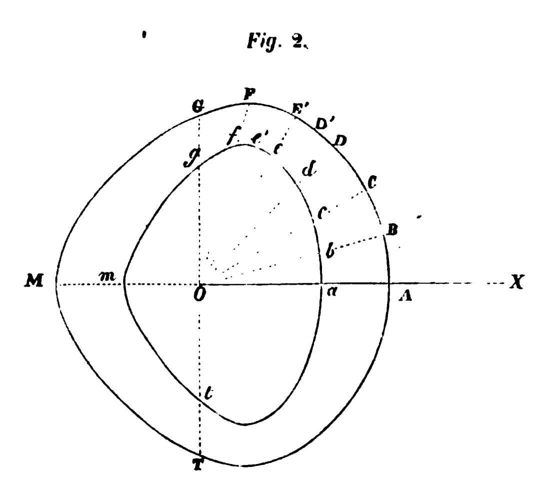
[1] La huitième proposition n'est pas en contradiction avec le principe de la proportionnalité des effets aux causes. Le principe suppose que les causes excitent une même fonction, *s'exerçant de la même manière,* pour produire la sensation. Or, quand deux oreilles se substituent à une seule, le mode d'audition ou d'exercice de la fonction est changé. Il se peut alors que les organes, agissant simultanément, s'entr'aident ou se gênent, et que la résultante physiologique de leur fonction collective ne soit plus égale à la somme de leurs actions supposées isolées. C'est à l'expérience de décider, et c'est à elle que je dois la proposition huitième.



pourra déduire de la courbe (*fig.* 1) l'intensité approximative de l'impression biauriculaire correspondant à une position quelconque de la tête relativement au corps sonore. En effet, soit un expérimentateur écoutant du point O (*fig.* 1), le tic tac d'une pendule située vers X, et supposons égal à 136° l'angle formé par les perpendiculaires aux plans moyens de ses pavillons auriculaires. Il est évident que l'intensité du son perçu pourra être représentée par $O\alpha \times 2$, si l'auditeur a la face dirigée vers le corps sonore X; par $O\beta \times 2$, s'il est tourné du côté opposé; par $O\gamma + O\delta$, s'il regarde vers le point G. ($O\delta$, à cause de l'orientation de l'oreille gauche, et non $O\epsilon$.)

En calculant ainsi les impressions résultantes pour toutes les directions, de 10° en 10° ou de 15° en 15°, et en les traduisant en longueurs, on obtient la courbe (*fig.* 2) des intensités des impressions sonores, applicable à l'audition biauriculaire des sons médiocrement faibles. OX y représente la direction des rayons sonores; O*a*, O*b*, O*c*,..... les intensités des sons perçus par l'auditeur dirigé successivement vers *a*, *b*, *c*..... Si l'auditeur continue son mouvement giratoire au delà de *m*, il retrouve la même variation d'intensité, c'est-à-dire que la courbe est formée de deux branches symétriques des deux côtés de *ma*.

Fig. 2.



La courbe ABCD...T, obtenue comme la précédente, figure les variations d'intensité des sons plus forts (tuyau donnant le *La* de 870 vibrations simples) avec les diverses positions de la tête. Ne perdons pas de vue que ces courbes d'intensité ne donnent que des valeurs approximatives des intensités vraies, puisqu'elles résultent d'une construction basée sur une hypothèse qui n'est pas rigoureusement exacte.

J'ai dit (9e *prop.*) que la variation d'intensité d'un son, liée à la position de la tête relativement aux rayons sonores, dépend de la force du son qui frappe l'appareil auditif. Un fait bien connu vient à l'appui de cette assertion : les sons



très-faibles, ou très-affaiblis par la distance, peuvent être entendus, mais à condition que le pavillon auditif soit dirigé vers le point d'où ils partent; pour les écouter, on prend instinctivement cette position, on leur *prête l'oreille*. Daguin se trompe quand il affirme [1], d'une manière absolue, que l'impression sonore est maximum quand le son vient dans une direction normale à la face. Si les sons deviennent de plus en plus forts, on incline progressivement la tête vers eux, et c'est la joue alors, et non l'oreille, qu'on dirige de leur côté. La figure 2 donne des indications conformes à ces enseignements de l'expérience; on y voit que les plus grands rayons vecteurs sont respectivement Oe' et OD', c'est-à-dire que l'audition est la plus parfaite : pour un son faible venant de X, si la tête est tournée vers e' et l'oreille vers X; et, pour un son plus fort (courbe ABC..... T), si l'on regarde D' en prêtant la joue à X.

Cette nécessité de varier la position de l'oreille, d'après l'intensité du son qui la frappe, pour obtenir l'impression auditive maximum, peut recevoir une explication. Supposons qu'on écoute un son très-faible, en tenant le plan médian de la tête dans la direction des rayons sonores, et voyons ce qui se passe alors à chaque oreille. D'abord le faisceau des rayons qui peuvent atteindre un pavillon est moindre que si celui-ci leur était normal; il n'est plus représenté que par le cosinus de leur angle d'incidence. De plus, ces rayons, pour atteindre la membrane tympanique, doivent subir des réflexions successives, et celles-ci ne se produisent qu'avec perte; car la quantité de mouvement qui dérive dans les parois du conduit auditif est inefficace, ou très-peu efficace pour la génération de l'impression sonore. Par suite de ces deux causes, l'ébranlement aérien reçu par un organe a cessé d'être traductible en sensation sonore (pp. 8 et 9); et, l'effet acoustique considéré à chaque oreille étant nul, l'action collective des deux organes est nulle. Il n'en est point de même si l'un des pavillons est dirigé vers le centre phonique; alors un ample faisceau de rayons sonores l'atteint, et ceux de ces rayons qui sont au centre peuvent arriver à la membrane du tympan sans être affaiblis par aucune réflexion. La somme d'ébranlement est capable d'un effet acoustique; on n'entend que d'une oreille, il est vrai, mais on entend.

[1] *Traité de physique*, t. I, p. 617, 1re édit.

Quand le son est fort, il peut, malgré les déperditions dues à une incidence oblique, frapper efficacement les deux oreilles; chacune d'elles est moins impressionnée à la vérité que si elle était exactement dirigée vers le corps sonore, mais l'avantage résultant de leur action collective (*huitième proposition*) l'emporte sur les pertes dues aux réflexions des ondes, et c'est en prêtant la joue qu'on obtient le maximum d'impression sonore.

§ IV.

INFLUENCE DES DEUX MOITIÉS DE L'APPAREIL SUR LE CHAMP DE L'AUDITION.

—

DIXIÈME PROPOSITION. — *Le champ de l'audition, pour chaque organe de l'ouïe, est d'autant plus distinct, et l'utilité de la bipartition de l'appareil est d'autant plus grande, que les sons à percevoir sont plus faibles.*

On peut appeler *champ de l'audition* d'un son, pour une oreille, tout l'espace dans lequel on peut placer le corps qui produit ce son, sans que celui-ci cesse d'être entendu par l'oreille. Dans les lignes qui suivent, je supposerai cet espace réduit à sa section horizontale, la seule sur laquelle ont porté mes observations. Ainsi considéré, le champ de l'audition d'une oreille est une surface allongée dans laquelle l'oreille occupe une position excentrique. On peut se le démontrer facilement ainsi : on prend une grosse montre à fusée, dont le cliquetis est bien marqué; on l'éloigne de l'oreille droite, après avoir fermé l'autre, successivement dans toutes les directions, jusqu'à la limite de perceptibilité du tic tac qu'elle produit; et on réunit par une courbe tous les points limites trouvés. Cette courbe circonscrit le champ d'audition de l'oreille droite pour ce son en particulier, et on reconnaît qu'elle s'étend suivant la normale au pavillon plus que dans toute autre direction. On peut arrêter semblablement le champ d'audition de l'oreille gauche, constater qu'il a sa plus grande extension vers la gauche, et qu'il est symétrique de celui de l'oreille droite par rapport au plan médian de la tête.

Il résulte de l'expérience et des délimitations précédentes, que les deux

champs d'audition ont une partie commune et une partie distincte. La montre placée dans cette partie distincte n'est entendue que d'un organe, et elle cesserait de l'être, si l'appareil était réduit à l'autre organe seulement. De là ces conséquences : que la bipartition amplifie le pouvoir auditif, et qu'elle l'amplifie d'autant plus que les champs d'audition des deux organes se séparent davantage l'un de l'autre.

Or ces champs sont d'autant plus distincts que les sons écoutés sont plus faibles. Une série d'expériences, faites sur des sons successifs d'intensité décroissante, rend évidente cette proposition.

Première expérience. — On fait porter une pendule le long de la courbe limite à laquelle l'oreille droite peut l'entendre, l'autre étant fermée; puis on opère de même vis-à-vis de l'oreille gauche, et l'on reconnaît que l'espace commun aux deux champs circonscrits est considérable. On répète l'expérience avec une montre à fusée, dont le bruit est moins intense, et l'on trouve que la partie commune aux champs d'audition des deux oreilles a notablement diminué. Enfin, on tente l'expérience avec une petite montre à cylindre, dont le bruit est très-faible. Alors les deux champs sont totalement distincts; on ne peut, en quelque point qu'on place la montre, l'entendre des deux oreilles; d'où il suit que l'espace de l'appréhension possible par l'ouïe, et, par suite, la probabilité d'entendre un son très-faible, sont doublés par le fait de la répétition de l'organe auditif. Cette conséquence, rapprochée de celles formulées plus haut, donne à la proposition énoncée en tête de ce paragraphe le mérite d'une vérité démontrée.

§ V.

INFLUENCE DE LA BIPARTITION DE L'OUÏE SUR LA DURÉE DES SONS INSTANTANÉS ET SUR LA CONSTANCE D'INTENSITÉ DES SONS CONTINUS.

—

ONZIÈME PROPOSITION. — *La dualité, dans l'appareil auditif, augmente la durée et régularise l'intensité des impressions sonores.*

La cause d'un son peut être instantanée : un simple choc produit, sinon un son, du moins un bruit. Sans dispositions particulières, l'effet égalerait



en durée sa cause, l'impression d'un son serait le plus souvent saccadée, et celle d'une succession de sons, notamment de sons produits par percussion, ne serait qu'une succession d'impressions subites et désunies. De telles impressions sont désagréables. Un son sec irrite l'oreille comme un éclair blesse l'œil.

Deux raisons concourent à faire continuer les impressions sonores après la cause qui les a produites. La première est la persistance des impressions. Celle-ci est due, on le sait, à la propriété qu'ont les organes de conserver quelque temps l'ébranlement qu'ils ont reçu. Cette propriété est à leur fonction ce qu'est au jeu d'une machine l'inertie de son volant.

L'autre cause de la continuation des sensations des sons réside dans la dualité de l'appareil auditif. En général, une oreille commence et finit d'entendre, après l'autre, un son produit, et les deux impressions ne se superposent que dans la partie moyenne de leur durée. Cela tient à ce que le centre phonique est ordinairement en dehors du plan médian de la tête, et l'espace à parcourir par l'onde sonore n'est pas égal de part et d'autre. La différence atteint son maximum quand une des oreilles a le pavillon normal aux rayons sonores. Alors l'onde aérienne n'arrive à l'autre organe qu'après s'être incurvée; elle a décrit la demi-périphérie de la tête, et elle a dû employer un millième de seconde environ à cet excès de parcours.

C'est un infiniment petit, soit; admettons même que c'est un infiniment petit de second ordre relativement à la durée de la persistance des impressions; mais, dans la nature, il y a tant de quantités de cette espèce! et l'on sait que l'harmonie dépend le plus souvent de leur action combinée. Ici, un son sec et maigre est rendu moelleux, plein et agréable; il devient à l'oreille ce qu'est à l'œil un point trop brillant frangé d'une pénombre. Sous la double influence de la permanence des sensations et de leur défaut de synchronisme, les chocs du tambour deviennent un roulement, et les notes d'une mélodie se traduisent en une sensation agréable ininterrompue, comme les dessins instantanés se transforment en une scène continue dans le *phénakisticope* de Plateau.

Les deux organes de l'ouïe jouent un rôle plus important en régularisant, par leur action simultanée, l'intensité des impressions sonores. Cet effet est

dû à ce qu'ils empêchent les interférences. Je dois donner ici quelques détails sur ce sujet qui n'a été jusqu'ici, comme bien d'autres, que très-peu ou point suivi dans ses applications. On sait que si deux ondes arrivent en même temps à l'oreille, l'une condensée, l'autre dilatée, elles interfèrent; leur effet total est nul. Cette circonstance se produit fréquemment pendant l'émission de deux ou plusieurs sons; on conçoit que cela doit être nécessairement. Elle a lieu en particulier quand deux tuyaux d'orgue à l'unisson sont placés sur le même sommier; il part en même temps de l'un une onde dilatée et de l'autre une onde comprimée, phénomène que l'on peut rendre visible au moyen des flammes de gaz manométriques de Kœnig. Cependant dans cette circonstance on entend un son faible, et en général les interférences de sons simultanés sont rarement senties. Pourquoi? Plusieurs raisons sans nul doute concourent à la continuité des impressions sonores.

D'abord, il est à remarquer que deux ondes ne peuvent interférer sur toute leur longueur qu'à la condition de provenir de corps sonores à l'unisson; or cette condition, qui pourrait favoriser une interférence de quelque durée, est rarement satisfaite. Admettons qu'elle le soit; mais alors même, si les sons sont produits dans un espace fermé, des ondes réfléchies s'ajoutent aux ondes directes qui atteignent l'oreille dans la même phase qu'elles, et les empêchent d'être totalement détruites par les ondes qui entrent dans la phase opposée. Quant aux interférences momentanées qui proviennent de deux ondes qui, n'étant pas de même longueur, se détruisent et s'ajoutent alternativement, elles sont masquées par la persistance de l'impression sonore précédente.

Mais à toutes ces causes, qui empêchent les interférences dans les impressions, il faut ajouter l'action du double organe. Quand des ondes sonores partent de centres d'ébranlement voisins, les points d'interférence dans l'air alternent avec des points de superposition ou de renforcement des ondes. Or, les deux oreilles ne peuvent que très-exceptionnellement se trouver à la fois en deux points d'interférence; si l'une se trouve à l'entrecroisement de deux ondes de phases différentes, l'autre échappe presque toujours à cette condition; elle reçoit et transmet un ébranlement au nerf acoustique, et elle continue l'impression sonore, dont la cause est interrompue pour l'autre.

Résumons. — L'exclusion des interférences dans les sensations acoustiques résulte de plusieurs causes, dont l'une est la duplicité d'action dans l'appareil. Nouvel exemple d'application de cette grande loi qui résume toute économie et toute fécondité : pas d'effet qui ne relève de plusieurs causes, pas de cause qui ne concoure à divers effets.

Il n'a été question jusqu'ici que d'interférences d'ondes provenant de sources différentes. Une difficulté peut se présenter à l'esprit. Qu'arrivera-t-il si, en présence d'un centre sonore unique, une conque auditive se trouve dans une phase d'onde pendant que l'autre est dans la phase opposée? Y aura-t-il interférence entre les deux impressions reçues? Cette question sera résolue en son lieu. Je prouverai (§ VII) que si les ondes peuvent interférer, les sensations organiques n'interfèrent pas. La division de l'appareil de l'ouïe ne peut donc que favoriser la continuité des impressions sonores, et jamais causer leur interruption. La *scintillation des sons* est donc impossible.

§ VI.

RÔLE DU DOUBLE ORGANE DE L'OUÏE DANS L'APPRÉCIATION DE LA DIRECTION ET DE LA DISTANCE D'UN CENTRE D'ÉBRANLEMENT SONORE.

Les physiciens et les physiologistes se sont occupés des éléments d'appréciation qui font l'objet de ce paragraphe ; ces éléments constituent ces points, trop isolés, par lesquels ils ont touché à la synthèse de l'ouïe. Je crois pouvoir, à la condition d'être bref, reprendre ce sujet après eux : d'abord, pour donner à ce Mémoire le mérite de réunir tout ce qui se rattache à son objet, et ensuite, parce que les résultats exposés dans les paragraphes précédents peuvent communiquer à mes assertions un nouveau degré de précision et d'évidence.

DOUZIÈME PROPOSITION. — *La direction d'un centre phonique est donnée par le rapport existant entre les impressions produites sur chaque organe en particulier.*

On a vu (§ II) qu'à un rayon sonore d'une direction donnée correspond



une impression déterminée dans un organe, et, par suite, une différence déterminée dans l'intensité des impressions des deux organes. Réciproquement, à une différence donnée d'intensité des deux impressions reçues correspond une direction déterminée des rayons sonores et du centre phonique. Une longue expérience de la relation existant entre ces deux éléments a appris à conclure de l'un à l'autre. Voici les termes explicites du jugement qu'on porte alors; ils ne sont que les propositions réciproques des faits exposés et figurés §§ II et III :

Si les impressions reçues par les deux oreilles sont inégales, le corps sonore est du côté de l'organe le plus vivement impressionné. Si, tournant la tête, en auscultant un son faible, on rencontre une position d'impression maximum, le centre phonique est situé sur le prolongement de la normale au pavillon, au moment de l'audition la plus parfaite.

Si les sensations éprouvées simultanément par les deux organes sont égales entre elles, le corps sonore est sur le prolongement du plan médian de la tête. En ce cas, si le centre d'ébranlement est situé devant l'auditeur, les ondes sonores rencontrent la surface antérieure des pavillons, elles sont abondamment recueillies et transmises à l'oreille moyenne, et ces circonstances font reconnaître leur source. Si, au contraire, le centre phonique est situé en arrière, les ondes ébranlent les pavillons par une autre surface et d'une autre manière, elles ne pénètrent dans le conduit auditif que par suite de diffraction et elles sont dérangées; le son devient non-seulement plus faible, mais quelque peu sourd et confus, et on devine son point de départ à ces caractères.

On s'est très-peu occupé de cette expansion latérale des ondes sonores. Il est probable qu'elle est une conséquence du principe d'égale transmission des pressions dans les fluides. Il n'y a donc pas lieu d'invoquer, pour l'expliquer, le *postulatum* appelé principe d'Huygens, et il ne faudrait pas l'assimiler, sans réserve ni explications, à la *diffraction* proprement dite. Le mode de propagation latérale des sons reste assez obscur. Seebeck croyait que le son s'infléchit et fait le tour de la tête pour entrer dans l'oreille opposée au centre phonique. Il a même conclu d'une expérience (*Dag.*, t. I, p. 512) que, dans l'acte de l'inflexion du son, la direction des vibrations moléculaires est inflé-

chie en même temps que la direction du rayon sonore. Si l'on admet cette conclusion, on conçoit très-bien que l'ondulation, en se propageant obliquement, doit devenir partiellement inefficace; qu'elle doit être dérangée comme le pli superficiel d'une masse d'eau qui rencontre un obstacle; qu'elle doit l'être surtout si l'oreille est dans l'ombre sonore; vers le point de conflit des ondes latérales affluant de chaque côté de la tête; que l'impulsion qui aboutit à la membrane tympanique n'est plus qu'une faible fraction de l'impulsion de l'onde dont elle dérive; qu'enfin les sons faibles sont facilement amenés, par leur incurvation, à la limite de la perceptibilité.

Il serait utile de reprendre l'expérience de Seebeck, de la contrôler par d'autres expériences semblables, et de soumettre en même temps à la mécanique analytique la question des modifications dont est susceptible une onde sonore déviée par un obstacle. Ces recherches jetteraient, sans doute, quelque lumière sur certains phénomènes acoustiques, et en particulier sur les effets si variés des masses d'air confinées dans des tuyaux de diverses formes. La théorie alors pourrait être consultée plus souvent et plus sûrement pour la construction des instruments de musique, où un empirisme généralement aveugle a force de loi.

Le jugement sur la direction d'un corps sonore est erroné quand un obstacle fait écho; les rayons réfléchis alors n'éprouvent nulle modification qui accuse leur changement de direction, et l'oreille trompée reporte l'origine du son vers le centre phonocamptique, comme l'œil suppose la source lumineuse des rayons qu'il reçoit d'un miroir au point symétrique du lieu qu'elle occupe en réalité. On est encore exposé à l'illusion dans le cas de deux systèmes d'ondes entrecroisées; alors, l'une des oreilles est presque toujours plus près d'un ventre de vibration que l'autre; elle reçoit une impression plus forte, qui fait juger que le centre d'ébranlement est de son côté.

Treizième proposition. — *Le jugement sur la distance d'un centre sonore peut dépendre de l'action combinée des deux moitiés de l'appareil auditif.*

Nous avons vu, en effet (*fig.* 2), que la différence des impressions reçues par les deux oreilles est d'autant plus grande que le son est plus faible et que



le corps sonore est plus rapproché. Il en résulte évidemment que cette différence est, pour un son faible, un élément d'appréciation de la distance.

Toutefois c'est là un rôle exceptionnel de l'action combinée des deux moitiés de l'appareil.

Presque toujours on juge de la distance des corps sonores par le dépouillement plus ou moins complet des sons secondaires qui leur donnent leur timbre, et par l'intensité affaiblie et le timbre sourd du son principal lui-même.

§ VII.

EFFETS DE SYNTHÈSE ET D'ANALYSE DANS LA PERCEPTION BIAURICULAIRE DES SONS.

—

Les physiologistes signalent certains faits singuliers dans l'audition : si l'on met deux montres près d'une oreille, on entend les chocs successifs résultant du mécanisme de chacune d'elles, mais il est impossible de distinguer le tic tac de l'une de celui de l'autre; en plaçant une montre à chaque oreille, on les discerne nettement. Si deux sons à l'unisson, mais de différence d'intensité croissante, sont présentés à chaque oreille, on les distingue d'abord, puis on cesse d'entendre le plus faible; si l'on change la hauteur en maintenant l'inégalité d'intensité, on les entend encore tous deux.

J'ai vérifié ces faits et j'ai institué des expériences dans le but de les multiplier, de les méditer, de les généraliser, espérant parvenir à formuler et à ordonner en un corps de doctrine les conclusions qu'on peut en tirer. Je rattache ces conclusions aux quatre propositions suivantes.

QUATORZIÈME PROPOSITION. — *L'audition comprend habituellement une double synthèse : synthèse, par chaque organe, des sons concordants en une seule sensation sonore; et synthèse, dans l'appareil, des deux sensations organiques simultanées en une impression résultante unique.*

La synthèse, dans chaque organe, de deux ou plusieurs sons parfaitement d'accord en une seule impression sonore, est un fait constant, lorsque ces



sons sont d'intensité comparable et de même timbre; conditions rarement réalisées. La fusion des sons de certains tuyaux d'orgue, réunissant les conditions énoncées, est très-frappante; pour y distinguer et reconnaître les sons composants de l'impression, il faut, ou une connaissance préalable de ces sons élémentaires, ou un exercice spécial de l'ouïe. A des conditions semblables le peintre soupçonne les couleurs vierges dans une teinte donnée, et le physicien tous les éléments de l'iris dans la lumière blanche. Les sons harmoniques concomitants se dissolvent de même, avec le son principal, en une seule sensation; on ne peut guère les distinguer qu'au moment où ils échappent à l'oreille, parce qu'ils s'éteignent successivement.

Ces faits invitent à croire que chaque organe de l'audition est susceptible d'un frémissement composé résultant, aussi bien et aux mêmes conditions que les cordes et les vases de révolution qui engendrent les sons harmoniques. Peut-être la sensibilité musicale dépend-elle de l'aptitude qu'ont les diverses pièces de l'appareil auditif à s'accommoder à ce mouvement vibratoire résultant. Quoi qu'il en soit, ce frémissement composé est impossible dans les organes, en sorte que les impressions composantes y restent distinctes, si celles-ci ne sont pas dues à des nombres de vibrations dans un rapport déterminé et simple; de même que dans une corde les mouvements coexistants sont irréalisables, si les parties sollicitées à vibrer avec la corde entière n'ont pas avec celle-ci un rapport de longueur déterminé et simple.

La fusion des sensations sonores des deux organes en une seule impression est une vérité d'observation mieux connue encore. Chacun sait que, bien qu'il entende de chaque oreille, il ne perçoit, pour un son produit, qu'une impression sonore. Même lorsque le son produit résulte lui-même de deux sons formant accord, il y a réduction à une seule impression finale. Tout rappelle donc ici ce qui se passe dans la vision soit ordinaire soit stéréoscopique; là aussi les deux impressions lumineuses aboutissent à une seule, même quand ces impressions appartiennent à des hauteurs différentes de la gamme des couleurs, si celles-ci sont complémentaires. La nature, bien que nulle part et jamais identique, est partout et toujours semblable à elle-même.

QUINZIÈME PROPOSITION. — *La synthèse des deux impressions organiques, dans l'audition, n'est pas constante; chaque organe conserve, à des conditions déterminées, son impression propre, et l'appareil tout entier devient alors un analyseur des sons coexistants.*

La condition générale, nécessaire à l'action isolée des deux organes de l'appareil, est que chacun entende mieux que l'autre, un des sons simultanés. Cette condition satisfaite, chaque oreille exerce sa fonction à part, avec une certaine indépendance, et les deux impressions organiques sont d'autant plus discernables que les centres d'ébranlement sont mieux séparés et les sons plus différents. Ces faits ressortent des expériences suivantes, qu'il est facile de répéter.

Première expérience. — Deux sons formant accord sont produits en deux points rapprochés; ils semblent fondus, et si, à cause d'une légère différence d'intensité ou de timbre qui existe presque toujours, ils se dédoublent, c'est très-imparfaitement; mais qu'on les présente l'un à une oreille, l'autre à l'autre, ils se distinguent nettement, et de plus ils perdent de leur agrément ou effet musical. Deux sons discordants, dans la même condition, blessent moins l'oreille. J'ai fait l'expérience tantôt avec deux diapasons à l'octave, tantôt avec des tuyaux sonores, tenus en mains et communiquant avec une soufflerie par des tubes de gutta-percha longs d'un mètre quarante centimètres.

Deuxième expérience. — Deux tuyaux sonores, parfaitement à l'unisson, communiquent avec un même sommier par des tubes mobiles. On les place d'abord l'un près de l'autre; ils ne donnent qu'un son maigre et faible. Cet effet n'a rien de surprenant puisqu'on sait que, dans les conditions indiquées, chaque tuyau émet une onde condensée pendant que l'autre envoie une onde dilatée. Il y a donc interférence des ondes, et l'effet acoustique est sinon nul, pour les raisons précédemment exposées (p. 27), du moins considérablement affaibli. On dispose ensuite les mêmes tuyaux de chaque côté et à égale distance de la tête, et le son devient fort et plein. De là découle nécessairement cette conclusion : une onde sonore propulsive dans une oreille, ne détruit pas l'effet d'une onde appulsive dans l'autre; *les impressions n'interfèrent pas;* chaque organe exerce sa fonction sans être empêché par

l'autre; et la proposition que nous avons énoncée (§ V), que les deux oreilles constituent par leur action collective un régulateur de l'intensité des sons continus, acquiert la dernière évidence.

Troisième expérience. — On présente à une même oreille deux diapasons presque à l'unisson; ils font entendre des battements très-marqués. On passe ensuite l'un des diapasons à l'autre oreille, à la même distance que le premier; l'impression sonore est alors beaucoup plus forte, et on n'entend plus les battements.

Quatrième expérience. — Comme la précédente, mais avec deux tuyaux d'orgue présentant le phénomène des battements. Cette expérience offre absolument à l'ouïe les mêmes particularités que la précédente; toutes deux autorisent les mêmes conclusions que la *deuxième expérience.*

Le pouvoir analytique de l'appareil auditif s'exerce non-seulement sur les sons, mais même sur leurs éléments; car on sait que des chocs rapides, isochrones, générateurs d'un son quand ils partent d'un même point, cessent de concourir à la formation de ce son s'ils sont produits dans deux directions différentes.

Seizième proposition. — *Le résultat de l'action combinée des deux organes de l'ouïe peut être la destruction apparente d'une impression par l'autre.*

Cet effet a lieu lorsque deux sons de même hauteur, de même timbre et d'intensités très-différentes sont présentés, l'un à une oreille, l'autre à l'autre. L'expérience se fait commodément soit avec deux tuyaux sonores mobiles, soit avec deux diapasons, même d'égale force. On les place d'abord de part et d'autre et à même distance des oreilles, puis on éloigne l'un d'eux progressivement. Le son que celui-ci émet commence par se détacher pour donner une impression bien distincte, et il finit par s'évanouir; on ne le distingue plus, on ne le soupçonne plus même.

Le fait de la destruction d'une impression par une autre est d'un haut intérêt, parce qu'il mène à une distinction essentielle et à une loi remarquable. Que se passe-t-il alors? L'impression organique provoquée par le diapason qu'on éloigne est-elle anéantie? Non, car si l'on donne à ce diapason un

mouvement de balancement d'avant en arrière, on remarque très-bien un affaiblissement et un renforcement alternatifs dans l'impression résultante. Le renforcement a lieu quand l'instrument passe devant le conduit auditif, et il est sensiblement égal au son que fait entendre le même diapason à la même distance, quand l'autre est écarté ou empêché de vibrer. De là ces conséquences nécessaires :

La destruction d'une impression organique par une impression plus forte n'est pas réelle, mais apparente; les deux impressions organiques coexistent, mais on n'est pas averti de la plus faible; celle-ci existe dans l'organe, mais non dans la conscience; il y a impression *organique*, mais non impression *psychique*. On peut donc poser cette loi : *une impression psychique ne résulte pas nécessairement d'une impression organique sonore.*

Si l'on rapproche du fait précédent ces autres faits : que ni la conscience, ni la délectation des sons entendus ou des objets vus n'augmentent comme l'ébranlement sonore ou la surabondance de lumière; que ni l'une, ni l'autre ne sont doublées quand on fait succéder à l'audition ou à la vision, par un seul organe, l'audition ou la vision normales; on arrive à cette autre loi, qui n'est qu'une extension de la précédente : *il n'y a pas proportionnalité entre l'impression psychique et l'impression organique qui l'éveille*, de même qu'il n'y a pas, en dehors de certaines limites (§ 1er), proportionnalité entre une impression organique et la cause, physique ou mécanique, qui s'offre à la produire. Enfin, le principe organique et le principe psychique, après ces faits et ces lois, se présentent à l'esprit comme des réceptacles successifs, distincts, et de pouvoirs admissifs différents. Le physicien étudie l'onde sonore jusqu'au seuil de l'appareil auditif; le physiologiste la poursuit dans les voies mystérieuses (bien dignes du nom de labyrinthe) des organes; le musicien et le psychologiste, à des points de vue différents, jusque dans les profondeurs de l'âme.

J'ai été surpris et embarrassé au premier moment, en présence des expériences (§ III; *propos.* 8e) qui me prouvaient que l'impression est plus que doublée dans l'audition par les deux organes; dans les faits la preuve était irréfutable, en moi la conviction était presque impossible. Après la distinction entre les impressions organique et psychique, tout peut se concilier et

s'expliquer : les deux impressions organiques se multiplient en se superposant dans l'audition biauriculaire; l'impression psychique, ou la conscience que l'on a d'entendre, n'est susceptible de recevoir ni multiplication, ni accroissement.

La même distinction vient en aide à l'interprétation d'autres faits encore. J'ai remarqué que si deux tuyaux sonores, accordés à la tierce, sont portés, l'un devant une oreille, l'autre devant l'autre, l'impression musicale, sensation agréable, persiste, bien que diminuée; si on rapproche de la tête, de plus en plus, les deux tuyaux, un malaise finit par succéder à la délectation. C'est qu'ici le souffle qui se dégage de la lumière des tuyaux produit sur les oreilles une impression tactile pénible, et celle-ci distrait l'âme de l'impression musicale, qui semble ainsi exclue. En général, deux sensations d'espèce différente s'excluent de la même manière; chacune semble éliminer ou affaiblir l'autre. Ni l'élimination, ni l'affaiblissement n'existent organiquement, mais l'une des impressions n'atteint pas ou n'atteint qu'imparfaitement le principe psychique; celui-ci y est soustrait.

Dix-septième proposition. — *Le pouvoir synthétique et le pouvoir analytique peuvent s'exercer, dans l'audition, sur les sons successifs comme sur les notes simultanées.*

L'expérience des deux montres est un premier exemple à l'appui de cette proposition; si on les place près d'une même oreille, leurs cliquetis se fondent, ou plutôt se confondent et se dissolvent en une suite d'impressions sans coordination; si on les présente l'une à une oreille, l'autre à l'autre, chaque organe recueille et garde son impression propre, sans qu'elle soit troublée par l'impression de l'autre, et les tics tacs respectifs sont perçus, séparés et distincts.

On peut obtenir des résultats semblables avec deux boîtes à musique : placées l'une près de l'autre, elles ne laissent généralement échapper qu'une suite de sons incohérents et désagréables; si on les écarte quelque peu de part et d'autre, vers le champ spécial d'audition de chaque oreille, les sons se débarrassent pour se grouper en deux mélodies plus ou moins distinctes.

La facilité d'analyser des airs coexistants dépend de la distance des centres d'ébranlement où ils naissent, de leur degré de complication, de leur différence de mesure et de caractère, enfin, et surtout, du talent musical de l'auditeur. Dans le premier cas, l'analyse résulte de la dualité d'organes; dans le dernier, d'un travail psychique chez celui qui écoute; très-souvent elle dépend de ces deux éléments à la fois. Le concours d'une attention exercée est donc généralement utile à la distinction des mélodies simultanées, et, pour une oreille rebelle ou étrangère à l'art, cette distinction est difficile et reste imparfaite, tandis que chez le musicien elle se fait sans effort; aussi les maîtres de l'art associent-ils plusieurs mélodies dans une symphonie. Les fugues ne sont qu'un mode particulier de ce genre d'association; Beethoven a des mélodies où l'accompagnement lui-même se détache avec un charme mélodique inexprimable; dans nos musiques guerrières, l'oreille la moins exercée peut distinguer deux mélodies maintenues à des hauteurs différentes de l'échelle harmonique, aussi bien que l'œil peut suivre à la fois deux séries de guirlandes de diverses couleurs artistement entrelacées. L'analyse, dans l'audition, peut porter sur des suites de sons articulés, groupés en phrases. J'ai connu une personne d'une curiosité exceptionnelle et anxieuse, qui, tout en prenant part à la conversation principale dans une société nombreuse, ne restait étrangère à aucun aparté.

Le pouvoir analytique de l'appareil auditif a son analogue dans le strabisme; mais celui-ci est accidentel et involontaire, tandis que celui-là est normal, dépendant de la symétrie propre à l'appareil auditif, et aussi, dans une certaine mesure, de la volonté. Ce pouvoir peut s'exercer jusque sur les éléments des sons à l'état de mélange et de confusion; on sait, en effet, que si une suite de chocs peut être divisée en deux ou trois séries différentes, mais formées chacune de chocs isochrones, on distingue les deux ou trois sons correspondants à ces séries.

Je pourrais terminer ici mon travail; j'ai exposé les effets immédiats de la répétition de l'organe auditif : effets d'intensité dans les sensations organiques, effets sur l'étendue du champ de l'audition, effets de durée et de constance dans les sons; pouvoir de réunir et identifier, ou bien de séparer et distinguer des impressions sonores. J'ai exploré enfin, comme j'ai pu, le

champ étroit des faits et des lois à ma portée. Et cependant, quelqu'un peut-il croire la question de l'audition biauriculaire épuisée? A mon sens, non; et moi, dois-je déposer la plume pour dire : je ne veux voir ni plus loin ni plus haut? Je ne le ferai pas. Toutefois je m'impose d'être très-bref, car j'arrive au point où la physique finit, et où l'anthropologie philosophique commence.

§ VIII.

CAUSES FINALES DE LA BIPARTITION SYMÉTRIQUE DANS L'APPAREIL AUDITIF.

—

Dans toute œuvre où l'intelligence a présidé, toute pièce a sa fin, tout moyen suppose un but, toute disposition une raison d'être. De la loi de corrélation entre ces deux termes naît l'harmonie dans l'œuvre et ressort la sagesse de son auteur. Il est intéressant de voir à quelles lois et à quelle fin peuvent répondre la dualité et la symétrie de l'appareil auditif.

Dix-huitième proposition. — *La dualité et la symétrie de l'appareil auditif répondent, dans l'homme, à trois lois proclamées par des tendances irrésistibles : la conservation du corps, le développement de l'intelligence et l'expansion du sentiment.*

Au premier examen des besoins de l'homme et de son régime naturel, ressortent, comme autant de corollaires, les conditions de sa conservation, les limites de sa patrie, le nombre de ses ennemis et l'imminence des périls dont il est entouré. L'homme doit aller demander ses moyens matériels d'existence, ses aliments et ses vêtements, au sillon des plaines, aux flancs des montagnes, aux plages, aux déserts, aux forêts, et même aux animaux. Ceux-ci l'attendent, mais en ennemis, et en ennemis qui, à taille égale, sont plus légers que lui à la course, supérieurs par la force, et mieux pourvus d'armes offensives et défensives. Et pourtant l'homme vit et règne sur la terre. C'est que ses sens, comme des sentinelles fidèles, veillent pour lui et le gardent. Ses regards éclairent en avant sa marche; le sens de cette marche le soustrait aux

dangers qui pourraient naître derrière lui, et ses oreilles auscultent l'horizon, à droite et à gauche. Par le fait de la dualité et de la symétrie, leur champ d'activité est doublé à l'égard des sons faibles (§ IV), qui sont les premiers précurseurs du danger. Alors même que l'œil est fermé et que tout repose, l'oreille veille encore : l'air du tympan opère une transmission des sons suffisante pour conjurer le danger qui approche de part ou d'autre, et incapable d'empêcher un sommeil nécessaire.

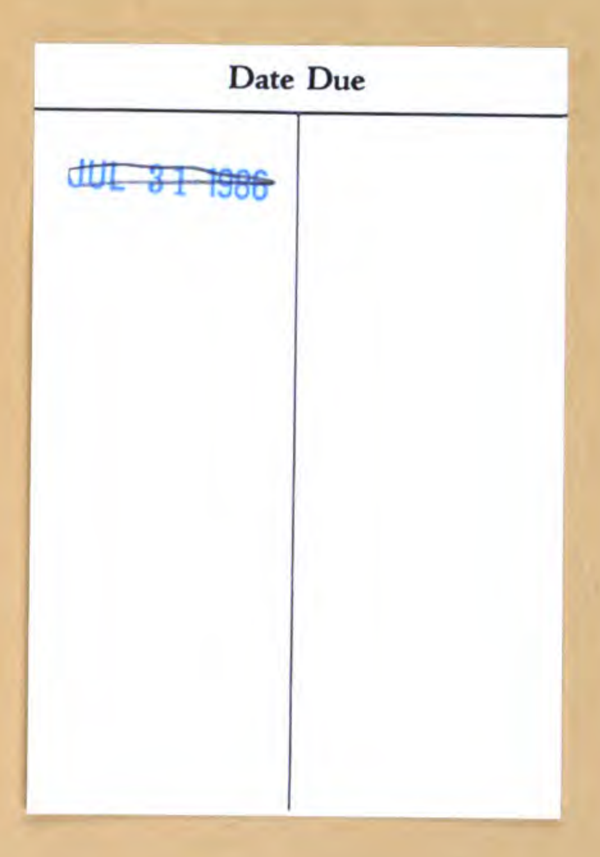
A la loi de la conservation du corps, il faut ajouter celle du développement de l'intelligence. Ce développement, l'homme le demande à la société, puis il en partage les fruits, comme un bien commun, avec elle. L'audition et la phonation, fonctions corrélatives, sont les moyens de cet échange heureux, où chacun reçoit, même lorsqu'il donne. Or, ici encore, les moyens sont aussi infaillibles et aussi parfaits que la fin est nécessaire. Par la duplication de l'organe, l'ouïe est deux fois assurée, et elle s'exerce de toutes parts; par sa position dans le rocher du temporal, elle est solidement protégée, et, à cause du peu de dépendance des deux moitiés de l'appareil, la lésion d'un organe n'empêcherait pas la fonction de l'autre.

L'expansion du sentiment, par le chant en particulier, est, dans l'homme, un besoin, une loi et un fait; toujours l'homme a chanté Dieu, la victoire, l'objet de ses affections et même ses malheurs. Or, le chant appelle l'intelligence du chant; l'un sans l'autre serait un hors-d'œuvre. Il faut donc qu'à côté de l'homme dont la voix dit une mélodie, se trouve une oreille qui l'écoute, qui la comprenne, et qui communique le sentiment qui l'a dictée. Toutes ces conditions sont satisfaites. Par une disposition admirable, le chant et la parole, les sentiments et les idées, passent de l'homme à l'homme avec l'onde sonore qu'ils s'envoient à travers l'espace. Grâce à la bipartition et à la symétrie de l'appareil auditif, l'homme sait dédoubler (§ VII) des mélodies simultanées partant de centres séparés; il reconnait la direction (§ VI) de la voix qu'il aime et cherche, comme celle de la voix qu'il doit craindre et fuir; enfin, il reçoit prolongés (§ V), unis et fondus en mélodie, des sons saccadés à leur source, et cette mélodie porte en son âme la pensée, le sentiment et l'âme de celui qu'il écoute.

TABLE DES MATIÈRES.

FIN.




Date Due
JUL 31 1986

